ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

ZOOLOGIE

8069. — Bourloton. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

ZOOLOGIE

ET

PALÉONTOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
ET L'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

M. A. MILNE EDWARDS

TOME II

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS

Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon

EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1887

ÉTUDES HISTOLOGIQUES ET ORGANOLOGIQUES

SUR LES

CENTRES NERVEUX & LES ORGANES DES SENS

DES ANIMAUX ARTICULÉS

Par M. **H. VIALLANES.**

QUATRIÈME MÉMOIRE

LE CERVEAU DE LA GUÊPE (*Vespa crabro* et *V. vulgaris*).

Dans les trois précédents mémoires (1) je me suis exclusivement consacré à l'étude du ganglion optique, et j'ai décrit cet organe si complexe, chez la Langouste, chez la Libellule et chez quelques larves de Diptères. Aujourd'hui j'entrerai plus avant dans l'étude des centres nerveux.

Le présent travail, dont la Guêpe est le sujet, renferme non seulement la description du ganglion optique mais encore celle du cerveau proprement dit.

L'étude du cerveau des Insectes présente, au point de vue de l'observation et de l'interprétation, des difficultés si considérables, que je ne me décide qu'avec un certain regret à publier mes recherches, car je suis convaincu que malgré tout le soin que j'ai apporté à mon travail, il contiendra beaucoup de lacunes, peut-être même quelques erreurs.

(1) *Le ganglion optique de la Langouste* (*Ann. sc. nat.*, 6e série, t. XVII, art. n° 3, et *Bibliothèque de l'École des Hautes Études*, t. XXIV, art. n° 4). — *Le ganglion optique de la Libellule* (*Ann. sc. nat.*, 6e série, t. XVIII, art. n° 1, et *Bibliothèque de l'École des Hautes Études*, t. XXXI, art. n° 1). — *Le ganglion optique de quelques larves de Diptères* (*Ann. sc. nat.*, 6e série, t. XIV, art. n° 4, et *Bibliothèque de l'École des Hautes Études*, t. XXXI, art. n° 3).

Ceux qui se sont occupés d'un même genre de recherches comprendront aisément qu'il en soit nécessairement ainsi, rien n'est plus difficile que de débrouiller des trajets de fibres au sein d'un organe aussi compliqué qu'un cerveau d'Insecte.

Ainsi, qu'un faisceau nerveux ne se trouve, dans son parcours, exclusivement compris dans aucun des plans selon lesquels on oriente les coupes : il sera alors fort difficile sinon impossible d'en déterminer le trajet avec précision. Fort heureusement une telle circonstance, étant d'ordre purement topographique, peut se modifier d'un Insecte à l'autre, sans que pour autant la constitution du cerveau change en rien d'essentiel. Ainsi tel trajet de fibre qu'il est impossible de suivre chez un Insecte d'espèce donnée apparaîtra clairement chez le représentant d'une espèce voisine. Ceci nous prouve qu'il ne faut espérer connaître bien le cerveau d'un Insecte que le jour où l'on aura étudié soigneusement et comparativement cet organe dans un certain nombre de types voisins.

A un autre point de vue les recherches comparatives auront un intérêt considérable, car d'un ordre d'Insectes à l'autre, souvent même dans un même ordre, d'un genre à l'autre, nous voyons le cerveau présenter des différences vraiment inattendues. Ainsi on peut dire sans exagération que le cerveau d'un Coléoptère diffère du cerveau d'un Hyménoptère au moins autant que le cerveau d'un poisson diffère de celui d'un mammifère supérieur.

Un jour peut-être saurons-nous quels rapports existent entre le perfectionnement du cerveau et le perfectionnement des fonctions de l'Insecte? Mais aujourd'hui toute hypothèse serait téméraire; elle manquerait de base.

Il faut, avant de discuter, rassembler d'abord des documents, c'est cela seulement que je m'efforce de faire. Si j'ai adopté le style monographique, c'est pour ne pas m'exposer à détruire l'intérêt qui s'attachera un jour aux faits en masquant ceux-ci sous des généralisations hasardées.

J'ai pris la Guêpe pour sujet du présent travail. Ce choix n'étonnera pas ceux qui ont lu le beau mémoire de

M. Flögel (1) sur le cerveau des Insectes. Voici comment s'exprime ce naturaliste (2) : « Il est étonnant de voir que chez la Guêpe le cerveau n'est pas construit sur le même type que le cerveau de l'Abeille; dans l'état actuel de nos connaissances je considère comme très difficile de retrouver chez la Guêpe les homologues des parties cérébrales de l'Abeille. » Plus loin, M. Flögel ajoute : « Mes recherches sur la Guêpe n'ont pas été faites à la légère, mais sont appuyées sur des préparations nombreuses et démonstratives. Ainsi je puis établir pour la Guêpe un type particulier de structure cérébrale. Le cerveau de la Guêpe s'éloigne d'une manière si étonnante du type offert par la Fourmi ou par l'Abeille, qu'il diffère plus du cerveau de ces animaux qu'il ne diffère du cerveau de la Blatte. »

Il m'a semblé qu'à cause même de telles particularités le cerveau de la Guêpe offrirait à l'étude un intérêt tout spécial.

D'ailleurs M. Flögel n'a point, tant s'en faut, épuisé le sujet, puisque cet auteur ne consacre qu'une demi-page et pas une seule figure à sa description.

M. Flögel est le seul auteur qui se soit occupé du cerveau de la Guêpe; aussi, étant surtout données les singularités qu'offre ce type, je pourrais limiter l'historique du sujet au compte rendu des observations de ce naturaliste. Mais il sera, je crois, plus intéressant de rendre compte de l'ensemble des travaux publiés sur le cerveau des Insectes. A cet historique je consacrerai un chapitre qu'on trouvera à la fin de ce mémoire.

MATÉRIAUX ET PROCÉDÉS D'ÉTUDE

Mes recherches ont été faites sur deux espèces appartenant au genre *Vespa*, le Frelon (*V. Crabro*) et la Guêpe commune

(1) Flögel, *Ueber der einheilitchen Bau des Gehirns in den Verschiedenen Insekten Ordungen* (*Zeits. f. wiss. Zool.*, t. XXX, suppl., p. 556-592, pl. XXXIII-XXXIV).

(2) Flögel, *loc. cit.*, p. 571 et suiv.

(*V. vulgaris*). Mais je n'ai trouvé entre ces deux espèces aucune différence, au point de vue de la structure cérébrale aussi les descriptions qui vont suivre peuvent-elles s'appliquer indifféremment à l'une et à l'autre.

A cause de la taille même de l'animal le cerveau atteint chez le Frelon des dimensions plus considérables que chez la Guêpe, ce qui facilite notablement l'étude.

Comme moyen de recherches, j'ai eu recours à l'observation directe après dissection; à l'examen par transparence du cerveau entier, préalablement éclairci par l'acide acétique et monté dans la glycérine. Enfin j'ai étudié des séries de sections pratiquées dans les trois directions.

Ces coupes montées en séries étaient faites sur des pièces durcies préalablement à l'alcool absolu et colorées en masse par le carmin aluné de Grenacher.

Ici, comme dans mes autres recherches, je me suis aidé beaucoup de la photographie. J'ai photographié des séries entières de coupes, j'ai pu gagner ainsi beaucoup de temps et donner à mes descriptions et à mes figures une précision à laquelle sans cela je n'aurais jamais pu atteindre.

Afin de rendre plus facile la lecture des lignes qui vont suivre, il me faut dire un mot des termes que j'emploierai pour distinguer les différentes coupes que j'ai dû pratiquer à travers le cerveau.

L'animal est toujours supposé dans sa position naturelle, la tête en avant, l'abdomen en arrière, la face ventrale en bas.

Les coupes *latérales* sont par conséquent comprises dans des plans horizontaux; les coupes *frontales* sont comprises dans des plans verticaux et perpendiculaires au plan médian ; les coupes *sagittales* sont comprises dans des plans verticaux et parallèles au plan médian.

FORME GÉNÉRALE ET PRINCIPALES DIVISIONS DU CEREBRON

Ouvrons la boîte crânienne d'une Guêpe par sa face postérieure aplatie, débarrassons-nous des muscles et des trachées,

nous apercevons alors une masse nerveuse d'un volume considérable, c'est l'encéphale (1).

Celui-ci présente sur la ligne médiane un orifice par lequel passe l'œsophage, c'est le trou œsophagien (2).

Toute la partie de l'encéphale située au-dessus de l'œsophage sera désignée, dans le cours de ce travail, sous le nom de *cerebron;* la partie de l'encéphale située au-dessous de l'œsophage est connue de tout le monde sous le nom de ganglion sous-œsophagien (3); je conserverai cette dénomination.

Les commissures œsophagiennes (4) sont deux tractus de substance nerveuse très courts et très gros; situées l'une à droite, l'autre à gauche de l'œsophage, elles unissent le cerebron au ganglion sous-œsophagien.

Le présent mémoire est particulièrement consacré à l'étude du cerebron, pourtant il nous faudra plusieurs fois entrer dans quelques détails sur la structure des commissures afin de permettre au lecteur de bien saisir les relations que le cerebron affecte avec celles-ci.

Forme générale et principales divisions du cerebron. — Chez les Hyménoptères le cerveau atteint toujours des dimensions proportionnellement beaucoup plus grandes que chez les Insectes des autres ordres. Mais la Guêpe paraît l'emporter sur les autres Hyménoptères; son cerebron est relativement plus grand que celui de l'Abeille. Aussi chez les grandes espèces comme le *Vespa Crabro* voyons-nous cet organe se montrer avec une dimension absolue que je n'ai rencontrée chez aucun de nos plus grands Insectes indigènes, même le Xylocope.

Le cerebron chez la Guêpe remplit à lui seul presque toute la partie de la cavité crânienne que limite en arrière la ligne de suture de l'épicrâne et des yeux composés.

Le cerebron est dans son ensemble fortement aplati d'avant

(1) Fig. 22.
(2) Fig. 22, *tœ*.
(3) Fig. 22, *gso*.
(4) Fig. 22, *cœ*.

en arrière, il s'étend en dehors jusqu'au contact de la limitante interne de l'œil composé, en haut jusqu'au vertex, en bas jusqu'à l'œsophage pour s'unir à ce niveau avec les commissures œsophagiennes.

Examinons le cerebron par sa face antérieure (1). Nous remarquons qu'il présente en bas une paire de renflements coniques en forme de mamelons, ils sont connus depuis longtemps sous le nom de lobes olfactifs (2) et donnent naissance aux nerfs antennaires (3). Quoique leurs dimensions soient relativement faibles, ils présentent pourtant au point de vue morphologique une importance telle qu'ils méritent d'être considérés comme une des régions principales du cerebron. Nous désignerons l'ensemble que forme cette paire de mamelons sous le nom de *deutocerebron*. Nous réserverons au contraire le nom de *protocerebron* à l'ensemble des parties nerveuses situées au-dessus des lobes olfactifs.

Quant au protocerebron, nous pouvons, même par l'examen macroscopique seul, le diviser en parties secondaires. Il comprend une paire de renflements latéraux connus sous le nom de *ganglions optiques* et une partie médiane à laquelle, pour ne pas faire encore un nom nouveau, je réserverai le nom de *protocerebron moyen*.

L'étranglement qui latéralement sépare cette partie médiane d'avec le ganglion optique sera dans le cours des descriptions qui vont suivre désigné sous le nom de *nerf optique* (4).

Au-dessous de chacun des trois ocelles qui sont disposés en triangle sur le sommet du crâne, on trouve un renflement nerveux, ce sont les *ganglions ocellaires*. Ceux-ci, que je considère au même titre que le ganglion optique comme des parties constituantes du protocerebron, sont réunis à la partie moyenne de celui-ci par des tractus nerveux qui seront décrits sous le nom de *nerfs ocellaires*.

(1) Fig. 22.
(2) Fig. 22, *lo*.
(3) Fig. 22, *na*.
(4) Fig. 22, *no*.

Ainsi le cerebron comprend deux régions principales, le protocerebron et le deutocerebron.

Le protocerebron est formé des parties suivantes :

1° Une partie médiane ou protocerebron moyen;

2° Les deux ganglions optiques;

3° Les trois ganglions ocellaires.

Le deutocerebron est formé par les deux lobes olfactifs.

L'étude d'Insectes appartenant à l'ordre des Orthoptères m'a convaincu qu'il existe une troisième région cérébrale. Je la désigne sous le nom de *tritocerebron*. Elle est formée par une paire de masses nerveuses, réunies par une commissure transversale. Chacune de ces masses donne naissance au nerf (1) correspondant du labre et au nerf stomatogastrique correspondant.

Le tritocerebron, si bien limité dans les Insectes appartenant aux formes primitives, est difficile au contraire à individualiser chez les Hyménoptères, aussi ne consacrerons-nous aujourd'hui que quelques lignes à la description de cette partie. Un prochain mémoire nous fournira l'occasion d'étudier en détail cette intéressante région, à peine entrevue par mes devanciers.

En résumé je considère dans le cerveau de la Guêpe, comme d'ailleurs dans celui de tout Insecte, trois divisions principales qui sont :

Le *protocerebron ;*

Le *deutocerebron ;*

Le *tritocerebron.*

Avant d'aborder la description détaillée de ces parties, il me paraît utile de faire connaître au lecteur les motifs qui m'ont conduit à adopter cette nomenclature. Ces motifs sont tirés des études comparatives que je poursuis depuis plusieurs années sur le système nerveux des Crustacés et des Insectes.

Chez les Crustacés décapodes, la région prébuccale de la chaîne ganglionnaire, c'est-à-dire le cerveau (*cerebron*), se

(1) Fig. 22, *nl.*

compose de trois segments parfaitement distincts ainsi que l'ont établi de la manière la plus certaine les recherches de plusieurs naturalistes qui m'ont précédé.

Le premier segment cérébral innerve les yeux, il appartient au premier zoonite ou zoonite ophthalmique, il doit aux chiasmas et aux masses médullaires qui le composent une structure absolument caractéristique.

Le second segment cérébral appartient au second zoonite ou zoonite antennulaire; il est caractérisé par la présence de parties tout à fait spécifiques, les glomérules olfactifs.

Le troisième segment cérébral appartient au troisième zoonite ou zoonite antennaire. Les deux masses nerveuses qui le forment ne paraissent pas renfermer de parties qui leur donnent un caractère différent de ce qui s'observe dans les autres ganglions de la chaîne ventrale.

J'ai cru bon d'étendre au système nerveux la nomenclature introduite par mon illustre maître, H. Milne-Edwards, pour désigner les pièces qui composent le squelette des arthropodes; aussi j'appelle le premier segment cérébral *protocerebron*, le second *deutocerebron*, le troisième *tritocerebron;* comme Milne-Edwards appelle *protognathite* la première mâchoire, *deutognathite* la deuxième mâchoire, etc.

En somme *protocerebron* veut dire cerveau du premier zoonite; *deutocerebron*, cerveau du deuxième zoonite; *tritocerebron*, cerveau du troisième zoonite.

Les études comparatives que j'ai poursuivies chez des types variés, m'ont convaincu que le cerveau des Insectes est constitué identiquement comme celui des Crustacés.

Le premier segment cérébral des Insectes qui est en rapport avec les organes visuels appartient au premier zoonite et doit porter le nom de protocerebron.

Le deuxième segment cérébral des Insectes, qui donne naissance aux nerfs antennaires, est anatomiquement constitué comme le deutocerebron des Crustacés, c'est le cerveau du deuxième zoonite.

Le troisième segment cérébral des Insectes qui donne nais-

sance au nerf du labre et du stomatogastrique, répond au tritocerebron des Crustacés, je le montrerai avec la dernière évidence, c'est le cerveau du troisième zoonite.

J'ajouterai que de la comparaison très précise qu'il m'a été possible de faire entre le cerveau des Insectes et celui des Crustacés décapodes, découlent des conséquences morphologiques importantes qui me paraisssent démontrer que la tête de l'Insecte présente comme celle du Crustacé décapode trois zoonites prébuccaux.

Le premier porte les yeux composés et les ocelles, le second les antennes, le troisième est représenté en tout ou partie par le labre.

Ainsi l'antenne de l'Insecte serait l'homologue de l'*antennule* du Crustacé ; le labre représenterait sinon les grandes antennes du Crustacé, tout au moins une partie du zoonite antennaire de ces animaux.

PROTOCEREBRON

LE GANGLION OPTIQUE

Le ganglion optique de la Guêpe est, au point de vue de sa constitution générale, très analogue au ganglion optique de la Libellule.

Il est formé des parties suivantes, que nous allons décrire successivement et qui sont :

1° Les *fibres post-rétiniennes ;*

2° La *lame ganglionnaire ;*

3° Le *chiasma externe ;*

4° La *masse médullaire externe ;*

5° Le *chiasma interne ;*

6° La *masse médullaire interne.*

Il est relié au cerveau par le *nerf optique.*

FIBRES POST-RÉTINIENNES

Les fibres post-rétiniennes (1) sont destinées à unir l'œil composé aux parties plus profondes de l'appareil visuel. Leur trajet est court, la lame ganglionnaire à laquelle elles se rendent étant très voisine de l'œil; pourtant elles constituent une couche parfaitement distincte. Les fibres post-rétiniennes se montrent comme des filaments fins et très serrés les uns contre les autres, aussi est-il impossible de dire s'il en sort plusieurs ou seulement un de chaque œil élémentaire. Il est également impossible de décider si dans leur trajet ils restent individualisés, ou bien s'ils s'anastomosent entre eux. Quoi qu'il en soit, en quittant la limitante interne de l'œil, ils se dirigent immédiatement en dedans pour gagner la lame ganglionnaire.

La couche des fibres post-rétiniennes est pourvue de nombreuses trachées, qui courent principalement de haut en bas, aussi sur les coupes latérales rencontre-t-on celles-ci transversalement coupées. Les trachées, pour se faire place, écartent les fibres post-rétiniennes et ainsi les groupent en faisceaux; souvent, comme le montre la figure 12, elles atteignent des dimensions considérables et déplacent les fibres sur une grande étendue.

Dans la couche des fibres post-rétiniennes, les noyaux sont très rares; on y rencontre, en effet, quelques-uns de ces éléments au contact immédiat de la limitante interne de l'œil.

LAME GANGLIONNAIRE

La lame ganglionnaire a la forme d'une bande très étroite dans le sens antéro-postérieur, très étendue, au contraire, de haut en bas; en cela, elle rappelle la forme de l'œil composé, en dedans duquel elle est presque immédiatement située,

(1) Fig. 12, 21 et 22, *fpr*.

n'étant séparée de celui-ci que par la couche des fibres post-rétiniennes.

L'examen d'un cerveau isolé par la dissection (1) et, mieux encore, la comparaison de coupes frontales et de coupes latérales permettent de se rendre bien compte de la forme et des rapports de la partie que nous étudions.

La lame ganglionnaire est formée de trois couches, une interne, une moyenne et une externe.

La couche interne (2) est très étroite et tranche avec beaucoup de netteté sur les parties voisines, par ce fait qu'elle ne présente aucun noyau ni à sa surface ni dans son épaisseur. Elle est formée par de la substance ponctuée d'apparence tout à fait homogène ; elle est traversée par les fibres qui sortent de la lame ganglionnaire pour former le chiasma externe.

La couche moyenne (3) est cinq ou six fois plus épaisse que la couche interne. Elle est formée par de la substance ponctuée, fine et homogène, et offre une striation très nette et très régulière due à ce qu'elle est traversée par des fibres.

Celles-ci, qui ne sont que la continuation des fibres post-rétiniennes, se groupent en faisceaux pour traverser la couche interne et former ensuite le chiasma externe (4). Entre les fibres de la couche moyenne, on trouve un certain nombre de noyaux petits et très allongés de dehors en dedans; ils sont faciles à distinguer des éléments cellulaires constitutifs de la couche externe, non seulement à cause de leur forme allongée, mais encore à cause du peu d'abondance de leurs parties chromatiques.

La couche externe (5) est formée par des agglomérations d'éléments cellulaires et par des fibres. Ces dernières, qui ne sont autre chose que la continuation des fibres post-rétiniennes, sont groupées là en petits faisceaux. C'est dans les

(1) Fig. 22, *lg*.
(2) Fig. 21, *c*.
(3) Fig. 21, *b*.
(4) Fig. 12 et 21, *che*.
(5) Fig. 21, *a*.

interstices compris entre ces derniers qu'on rencontre les éléments cellulaires dont nous avons parlé. Ceux-ci se montrent sous l'aspect de très petits noyaux arrondis et fortement colorables par les teintures.

Si l'on juge par analogie avec ce qui se passe chez la Libellule, il est probable que chacun d'eux possède un revêtement protoplasmique, d'où part un prolongement qui se rend à la couche moyenne. Mais la petitesse des parties m'a empêché de faire à ce sujet aucune observation précise. Les éléments cellulaires dont je viens de parler sont disposés en petits chapelets d'inégale longueur, occupant chacun l'interstice compris entre deux faisceaux de fibres post-rétiniennes.

La lame ganglionnaire, contrairement à ce que nous avons observé chez la Libellule, n'offre de membrane limitante ni en dehors ni en dedans. En dehors, son contour est mal défini, car les chapelets de la couche externe s'insinuent plus ou moins loin entre les fibres post-rétiniennes; en dedans, au contraire, elle est très nettement limitée.

CHIASMA EXTERNE

Les fibres qui sortent de la lame ganglionnaire vont gagner la masse médullaire externe. Dans leur trajet, elles s'entrecroisent; celles qui naissent de la partie antérieure de la lame ganglionnaire se portant en arrière, celles qui naissent de la partie postérieure de cette partie se portant en avant, leur ensemble constitue le chiasma externe (1).

On trouve entre les fibres du chiasma quelques noyaux, mais ces éléments sont très peu nombreux, on peut même dire qu'ils ne se rencontrent guère qu'au voisinage de la lame ganglionnaire. Ils ont le même aspect que les noyaux de la couche moyenne. Ils se distinguent de ceux-ci parce qu'ils sont deux ou trois fois plus gros, mais ils sont, eux aussi, remarquables par leur pauvreté en parties chromatiques.

(1) Fig. 12, 21 et 22, *che*.

Outre ces éléments, on trouve, entre les fibres du chiasma, et, à des intervalles très irréguliers, des corps d'un aspect tout spécial et sur la signification desquels je suis loin d'être fixé. Chacun de ces corps se présente sous forme d'un ovoïde irrégulier, limité par une membrane très délicate et rempli par un grand nombre de granules arrondis, très réfringents et se colorant fortement par le carmin. J'ai rencontré des formes de passage qui me portent à supposer que ces corps ne sont que des noyaux hypertrophiés et altérés, par la formation de granules dans leur intérieur.

MASSE MÉDULLAIRE EXTERNE

La masse médullaire externe (1) présente, chez la Guêpe, exactement la même forme que chez la Libellule. C'est une lame longue et étroite, atténuée à ses deux extrémités, étendue dans un plan vertical, et incurvée pour présenter la figure d'un arc à convexité externe. Cette masse, exclusivement formée de substance ponctuée, présente à étudier une face externe et une face interne, un bord antérieur et un bord postérieur, une extrémité supérieure et une inférieure.

La face externe est convexe dans les deux sens, de haut en bas comme aussi d'avant en arrière ; par toute son étendue elle est en rapport avec le chiasma externe, les fibres de celui-ci la perforent pour pénétrer dans la masse médullaire.

La face interne est exactement parallèle à la face externe, c'est-à-dire qu'elle est concave dans les deux sens, de haut en bas comme aussi d'avant en arrière; par toute son étendue, elle donne naissance aux fibres du chiasma interne (2).

Les bords de la masse médullaire sont étroits et aplatis. Le postérieur est directement recouvert par le névrilemme; l'antérieur, au contraire, est revêtu par une couche de grosses cellules nerveuses, que nous décrirons plus loin, et donne

(1) Fig. 12 et 22, *me*.
(2) Fig. 12, *chi*.

naissance à différents faisceaux nerveux que nous ferons connaître en détail.

On se rend bien compte de la forme et des rapports de la masse médullaire externe, en comparant une coupe frontale et une coupe latérale pratiquées à travers le ganglion optique.

La masse médullaire externe est formée exclusivement de substance ponctuée, mais avant de donner de plus amples détails sur sa structure intime, il est nécessaire que nous décrivions les masses cellulaires qui lui sont annexées ; ce sont : 1° la couronne ganglionnaire ; 2° le ganglion en coin ; 3° la masse ganglionnaire antérieure ; 4° la masse ganglionnaire interne.

Couronne ganglionnaire et ganglion en coin. — La couronne ganglionnaire (1) est constituée par une mince couche d'éléments très petits, recouvrant toute la surface du chiasma externe, et s'étendant par conséquent en dehors, jusqu'au contact de la lame ganglionnaire. Ces éléments se présentent comme des noyaux arrondis, facilement colorables par les teintures et en tout semblables à ceux qui forment la couche externe de la lame ganglionnaire. Leurs dimensions sont trop réduites pour qu'il m'ait été possible de leur reconnaître une enveloppe protoplasmique. Mais, si l'on juge par analogie avec ce qui se passe chez d'autres Insectes, et particulièrement chez la Libellule, il est probable que ce revêtement protoplasmique existe, et que chacun de ces éléments envoie un prolongement qui gagne la masse médullaire externe en s'insinuant entre les fibres du chiasma.

Le ganglion en coin (2) occupe, chez la Guêpe, exactement la même situation que chez la Libellule. Mais, tandis que chez cette dernière il atteint des dimensions considérables, au contraire chez l'Insecte dont l'étude nous occupe aujourd'hui, ses dimensions sont très réduites. Il est en effet représenté seulement par quelques petits groupes d'éléments semblables à

(1) Fig. 12, *a*, *a'*.
(2) Fig. 12, *b*.

ceux qui constituent la couronne; ceux-ci sont intercalés entre les fibres du chiasma externe, et disposés tout le long d'une ligne, étendue de l'extrémité supérieure à l'extrémité inférieure de la masse médullaire externe.

Masse ganglionnaire antérieure. — Le bord antérieur de la masse médullaire externe est revêtu de haut en bas par une épaisse écorce de cellules que nous désignons sous le nom de masse ganglionnaire antérieure (1), et qui se continue sans ligne exacte de démarcation, en dehors avec la moitié antérieure de la couronne ganglionnaire, en dedans avec l'écorce cellulaire de la masse médullaire interne.

La masse ganglionnaire antérieure est formée de cellules nerveuses unipolaires à protoplasma abondant. Les prolongements que ces éléments émettent se portent directement en arrière et après un très court trajet atteignent le bord postérieur de la masse médullaire et s'y enfoncent. Entre les cellules de la masse ganglionnaire antérieure on retrouve un certain nombre de ces éléments granuleux que nous avons signalés plus haut à propos du chiasma externe.

Masse ganglionnaire interne. — De haut en bas toute la moitié externe de la face postérieure du chiasma interne est revêtue par une épaisse couche (2) d'éléments en tout semblables à ceux qui constituent la couronne ganglionnaire. Bien que je n'aie pu leur suivre de prolongement, il me paraît tout à fait probable qu'ils constituent une masse cellulaire homologue de celle que, chez la Libellule, j'ai également dégnée sous le nom de masse ganglionnaire postérieure.

Structure de la masse médullaire externe. — La masse médullaire externe a, chez la Guêpe, la même structure que chez la Libellule. Comme chez ce dernier animal elle est marquée de deux bandes claires parallèles aux faces. Ces bandes, examinées à un fort grossissement, se montrent formées par des

(1) Fig 12, *c*.
(2) Fig. 12, *d*.

faisceaux de fibres qui parcourent d'avant en arrière la masse médullaire et qui ne sont autre chose que les prolongements des cellules de la masse ganglionnaire antérieure. Tandis que chez la Libellule nous voyons quelques rares noyaux intercalés entre ces prolongements, ici tout élément colorable par le carmin fait complètement défaut dans la masse médullaire.

CHIASMA INTERNE

De toute la concavité de la masse médullaire externe, naissent des fibres qui constituent le chiasma interne (1). Celles qui tirent leur origine de la partie antérieure de la masse médullaire se portent en arrière. Au contraire celles qui naissent de la partie postérieure se dirigent en avant; il résulte de cette disposition un entre-croisement complet des conducteurs nerveux qui pénètrent ensuite dans la masse médullaire interne en abordant celle-ci par toute sa face postérieure convexe. Au point de vue des éléments histologiques qui entrent dans sa constitution, le chiasma interne est exactement semblable au chiasma externe.

MASSE MÉDULLAIRE INTERNE

La masse médullaire interne (2) est comprise entre le protocerebron moyen et la masse médullaire externe par la concavité de laquelle elle est embrassée; elle s'unit à cette dernière par le chiasma. Il est inutile d'entrer dans une description détaillée de sa forme, qu'il nous suffise de dire qu'elle est globuleuse, et assez fortement aplatie d'avant en arrière. Il est plus intéressant de rendre compte de la configuration qu'elle présente sur une coupe latérale passant par sa partie moyenne, une telle section prolongée dans le cerveau

(1) Fig. 12 et 22, *chi*.
(2) Fig. 12, *mi*.

passerait très peu au-dessus du lobe olfactif. La masse médullaire interne examinée à ce niveau présente à étudier une face postérieure, une face antérieure et un bord interne.

La face postérieure est très étendue, fortement et très régulièrement convexe, elle regarde en arrière et un peu en dehors, par toute son étendue elle reçoit les fibres du chiasma interne.

La face antérieure est beaucoup moins étendue que la face postérieure, elle est concave, et au niveau où nous l'examinons en ce moment, elle donne naissance à un gros faisceau de fibres qui se rend au cerveau et que nous décrirons plus loin en détail sous le nom de faisceau optique inféro-antérieur (fig. 10, *oia*).

Le bord interne de la masse médullaire est assez élargi, il donne, au niveau où nous sommes, naissance par toute son étendue à un gros faisceau qui, lui aussi, va gagner le cerveau et que nous étudierons plus loin sous le nom de faisceau optique inféro-postérieur (fig. 10, *ccm*).

Si nous examinons successivement des coupes faites à des niveaux différents, nous voyons en haut comme en bas du point que nous venons de décrire le bord interne s'effacer et la face antérieure devenir convexe de concave qu'elle était. Quant à la face postérieure, elle reste toujours convexe et par toute son étendue, à tous les niveaux nous lui voyons recevoir les fibres du chiasma interne.

En haut et en bas la masse médullaire se termine par une extrémité arrondie.

Union directe des deux masses médullaires. — La masse médullaire interne est unie à la masse médullaire externe, non seulement par les fibres du chiasma, mais encore par deux faisceaux à trajet direct, tout à fait indépendants de ce dernier et très éloignés l'un de l'autre. Je les désigne sous le nom de *faisceaux anastomotiques*, l'un est supérieur (1), l'autre inférieur.

(1) Fig. 8, *f*.

Tous deux naissent du bord antérieur de la masse médullaire externe et se portent immédiatement en dedans pour aller s'unir à la face antérieure de la masse médullaire interne. Le faisceau supérieur s'unit à cette dernière non loin de son extrémité supérieure, l'inférieur non loin de son extrémité inférieure. Le premier de ceux-ci est beaucoup plus volumineux que son congénère. Je crois même que j'aurais méconnu la présence de ce dernier, si je n'avais été prévenu par mes précédentes études sur la Libellule, où ces deux faisceaux sont l'un et l'autre très développés.

Masses cellulaires annexées à la masse médullaire interne (1). — Excepté aux points d'émission du faisceau optique inféro-antérieur et de réception des faisceaux anastomotiques, la face antérieure de la masse médullaire interne est revêtue directement par une écorce de grosses cellules nerveuses. Celles-ci, comme taille et comme aspect, sont en tout semblables aux éléments qui constituent la masse ganglionnaire antérieure annexée à la masse médullaire externe. Les prolongements auxquels elles donnent naissance pénètrent immédiatement dans la face antérieure de la masse médullaire interne.

Union directe de la masse médullaire externe avec le lobe cérébral. — La masse médullaire externe s'unit non seulement à la masse interne, elle s'unit encore directement au lobe cérébral par l'intermédiaire de deux faisceaux de fibres nerveuses que nous désignons, sous le nom de faisceau optique supéro-antérieur (2) et faisceau optique supéro-inférieur (3).

Ces deux faisceaux naissent par une racine commune du bord antérieur de la masse médullaire externe, immédiatement au-dessous du point d'origine du faisceau anastomotique supérieur.

Les deux faisceaux cheminent quelque temps accolés, puis

(1) Fig. 12, *e*.
(2) Fig. 12, *osa* et fig. 8, *osa*.
(3) Fig. 8 et 12, *osp*.

bientôt se séparent. Le faisceau optique supéro-antérieur se porte immédiatement en dedans, et aborde le lobe cérébral par son angle antérieur. Le faisceau optique supéro-inférieur se porte en arrière et en dedans, il contourne la face extérieure de la masse médullaire externe et aborde le lobe cérébral par son angle postérieur (1).

Union de la masse médullaire interne avec le lobe cérébral. — En décrivant plus haut la forme et les rapports de la masse médullaire interne, j'ai déjà eu occasion de dire que cette partie s'unissait au lobe cérébral par deux faisceaux fibreux, le faisceau optique inféro-antérieur et le faisceau optique inféro-postérieur; mais il me reste à donner quelques détails sur la constitution et sur les connexions de ces conducteurs nerveux. Tous deux cheminent à un niveau qui répond à la partie inférieure du cerveau, ils sont ainsi situés bien au-dessous des deux faisceaux optiques issus de la masse médullaire externe, de là l'épithète d'inférieurs que je leur applique. Ainsi que l'indiquent les noms que je leur ai donnés, l'un est antérieur, l'autre postérieur.

Faisceau optique inféro-antérieur. — Nous avons dit plus haut que la face antérieure de la masse médullaire interne était concave à sa partie moyenne. De toute l'étendue de cette concavité, naissent des fibres qui se groupent en un gros faisceau cylindrique, c'est le faisceau optique inféro-antérieur (2). Celui-ci se porte horizontalement en dedans et en avant, contourne l'angle antérieur du lobe cérébral, et va se jeter dans une tubérosité (3) (tubercule optique) que la face antérieure de cette partie présente et qu'on rencontre sur un plan horizontal passant un peu au-dessus de la partie supérieure des lobes olfactifs.

Le faisceau que nous venons de décrire est tout particulièrement caractérisé par le haut degré d'individualisation que

(1) Fig. 8 et 10.
(2) Fig. 10, *oia*.
(3) Fig. 10 et fig. 22, *to*.

présentent les fibres qui le composent. Celles-ci, en effet, se montrent sur des coupes, comme des filaments réfringents, rectilignes, très distincts les uns des autres; dans leurs intervalles se montrent de nombreux noyaux régulièrement allongés.

Le *faisceau optique inféro-postérieur* (1) naît au même niveau que le précédent; il sort du bord interne à la masse médullaire dont il semble être une continuation. De là il se porte en dedans et aborde le lobe cérébral par son angle postérieur. Il est très volumineux, aplati d'avant en arrière, et très élargi de haut en bas.

Il est formé de deux cordons parfaitement distincts l'un de l'autre bien qu'intimement accolés. Le premier de ceux-ci, que nous pouvons désigner sous le nom de cordon fibrillaire, est le plus développé, il ne se distingue par aucun caractère de la substance ponctuée qui forme la masse médullaire et les parties latérales du lobe cérébral. C'est un tractus de substance ponctuée plutôt qu'un faisceau nerveux; pourtant on remarque qu'en haut (2) et en bas (3) il renferme des fibres bien nettes.

Le second cordon, qu'on peut désigner sous le nom de *cordon commissural* (4), est beaucoup plus petit que le cordon fibrillaire dans l'intérieur duquel il est inclus. Il est parfaitement cylindrique et est formé de fibres très réfringentes bien individualisées, ce qui le fait trancher d'une manière remarquable sur les parties voisines.

Il s'enfonce dans le lobe cérébral en se portant directement en dedans, puis il atteint la ligne médiane sans paraître céder une fibre au cerveau. Arrivé là, il s'unit directement avec son congénère venu de l'autre ganglion optique. Ainsi le cordon commissural établit une anastomose directe entre la

(1) Fig. 9, 10 et 11, *oip*.
(2) Fig. 9, *oip*.
(3) Fig. 11, *oip*.
(4) Fig. 9, *ccm*.

masse médullaire interne de droite et la masse médullaire interne de gauche.

Structure de la masse médullaire interne. — Je n'ai point encore parlé de la fine structure de la masse médullaire interne; maintenant que nous connaissons la disposition des faisceaux qui l'unissent au lobe cérébral, il sera plus facile de le faire.

La masse médullaire interne est, comme la masse médullaire externe, entièrement formée de substance ponctuée. Tandis que, chez la Libellule, nous pouvions décomposer la masse médullaire interne en plusieurs capsules emboîtées les unes dans les autres, chez la Guêpe, au contraire, la masse médullaire paraît complètement homogène.

Si nous l'examinons à un fort grossissement et sur des pièces fixées à l'acide osmique, nous voyons que les délicats filaments anastomosés qui constituent sa trame courent, les uns parallèlement à la surface externe ou chiasmatique de la masse médullaire; les autres, au contraire, ont une direction radiale, c'est-à-dire qu'ils sont perpendiculaires à la surface chiasmatique.

Les premiers de ceux-ci se continuent dans le faisceau optique inféro-postérieur. Les seconds se continuent d'une part avec les fibres du chiasma, d'autre part avec le faisceau optique inféro-antérieur.

NERF OPTIQUE

Dans les mémoires que j'ai consacrés, l'un à l'étude du ganglion optique de la Libellule, l'autre à celle du ganglion optique de quelques larves de Diptères, j'ai donné le nom de nerf optique à l'ensemble des tractus fibreux qui unissent la masse médullaire interne et aussi la masse médullaire externe avec les parties nerveuses plus profondes. Mais, je dois le dire, ce nom est mal choisi, bien que chez plusieurs insectes, chez l'Hydrophile, par exemple, ces faisceaux se

groupent en un cordon cylindrique très long, ayant l'aspect d'un vrai nerf. Ce mot de nerf optique est mal choisi, parce qu'il peut entraîner à de graves confusions.

En effet, ce que tout le monde appelle nerf optique chez la Langouste, l'Écrevisse et les autres Crustacés podophthalmaires n'est point l'homologue du nerf optique des Insectes. Pour nous en convaincre, mettons en parallèle l'appareil visuel d'un Crustacé et celui d'un Insecte.

Dans l'un comme dans l'autre de ces types, nous trouvons en dedans de l'œil composé la couche des fibres post-rétiniennes, la lame ganglionnaire, le chiasma externe, la masse médullaire externe, le chiasma interne et la masse médullaire interne. Ces diverses parties, qui se retrouvent chez le Crustacé comme chez l'Insecte avec la même structure générale et les mêmes rapports, méritent bien de recevoir les mêmes noms, qu'on les étudie dans l'un ou dans l'autre de ces types.

Chez le Crustacé, la masse médullaire interne et la masse médullaire externe s'unissent en dedans par des fibres qui forment un court tractus (pédoncule de la masse médullaire interne), à une partie très volumineuse (la masse médullaire terminale), laquelle s'unit à son tour au cerveau par un nerf très long (le nerf optique de tous les anatomistes).

Chez l'Insecte, la masse médullaire interne et la masse médullaire externe s'unissent directement au cerveau par des fibres qui forment un tractus très court dans la plupart des espèces, mais très long dans certains cas (Hydrophile).

Un examen superficiel de ces faits nous donnerait lieu de croire que la masse médullaire terminale, si développée chez les Crustacés, n'existe pas chez les Insectes, ce qui nous induirait à homologuer le nerf optique des Crustacés à celui des Insectes.

Mais une étude plus attentive des choses nous démontre qu'il n'en est point ainsi : les Insectes possèdent une partie homologue à la masse terminale des Crustacés ; seulement, celle-ci est intimement fusionnée avec la masse cérébrale, au lieu d'en être séparée par un long nerf. Les détails dans lesquels

j'entrerai plus loin démontreront surabondamment l'exactitude de ce que j'avance maintenant.

Ainsi la partie que nous appelons nerf optique chez la Libellule, chez l'Hydrophile ou chez la Guêpe est l'homologue de ce que j'ai appelé chez la Langouste pédoncule de la masse médullaire interne (1).

Il faudrait donc, pour être logique, appliquer le nom de pédoncule de la masse médullaire interne à la partie que, chez les Insectes, on désigne ordinairement sous le nom de nerf optique; mais je ne le ferai point encore, bien résolu que je suis à ne modifier la nomenclature que lorsque j'aurai étudié, dans son ensemble, la morphologie des centres nerveux des Articulés.

Je crois utile, avant de quitter l'étude du nerf optique de la Guêpe, de rappeler en quelques mots les détails que j'ai donnés sur les connexions des faisceaux nerveux qui le composent. Le lecteur pourra, par ce résumé, mieux saisir les descriptions que je donnerai plus loin des parties plus profondes.

Chez la Guêpe, le nerf optique (2) se compose de quatre faisceaux fibreux; deux sont situés sur un plan supérieur et deux sur un plan inférieur.

Faisceaux supérieurs. — Ces deux faisceaux naissent par une racine commune du bord antérieur de la masse médullaire externe. Le premier (3) (faisceau *supéro-antérieur*) pénètre dans le lobe cérébral par son angle antérieur. Le second (4) (*faisceau supéro-postérieur*) pénètre dans le lobe cérébral par l'angle postérieur de celui-ci.

(1) Cette opinion que le nerf optique des Insectes est l'homologue du pédoncule de la masse médullaire interne des Crustacés, et que je tiens pour parfaitement justifiée, ne m'est pas personnelle; elle a été émise d'abord par Berger; dans un mémoire récent Bellonci a apporté à son appui les arguments les plus puissants.

(2) Fig. 22, *no*.

(3) Fig. 8 et 12, *osa*.

(4) Fig. 8 et 12, *osp*.

Faisceaux inférieurs. — Ils naissent, l'un et l'autre, de la masse médullaire interne, mais sortent de celle-ci par des points différents. Le premier (*faisceau inféro-antérieur*) est formé de fibres à contours très accentués (1); il naît de la face antérieure de la masse médullaire interne, passe en avant du lobe cérébral et se jette dans un tubercule (tubercule optique) que celui-ci présente et qui se trouve situé immédiatement au-dessus du lobe olfactif. Le second (*faisceau inféro-antérieur*) est très volumineux (2); il naît du bord interne de la masse médullaire interne, il aborde le lobe cérébral par son angle postérieur. Il est constitué par deux cordons intimement unis, bien que très distincts. Le premier, qui renferme quelques fibres seulement en haut et en bas, est, dans le reste de sa masse, formé de substance ponctuée, c'est comme une prolongation de la masse médullaire, destinée à unir celle-ci au lobe cérébral. Le second cordon (*cordon commissural*) est formé de fibres particulièrement nettes et réfringentes; il s'enfonce sans dissocier ses fibres dans la profondeur du cerveau; arrivé à la ligne médiane, il se continue directement avec son congénère venu du côté opposé; ainsi s'établit une communion directe entre la masse médullaire interne de droite et celle de gauche (fig. 9, *ccm*).

GANGLIONS ET NERFS OCELLAIRES

Chez la Guêpe, à la partie supérieure de la tête, entre les deux yeux composés on trouve trois ocelles disposés en triangle.

L'ocelle antérieur est impair et médian, les deux ocelles postérieurs sont, au contraire, pairs. Sur des coupes et même simplement par la dissection, on reconnaît que chaque ocelle repose directement sur une masse nerveuse piriforme, c'est le ganglion ocellaire dont l'extrémité effilée se prolonge en un

(1) Fig. 10, *oia*.
(2) Fig. 9, 10, 11, *oip*.

nerf qui se rend au protocerebron, c'est le nerf ocellaire.

La Guêpe est un insecte qui se prête mal à l'étude des ganglions ocellaires, aussi ne m'arrêterai-je pas longtemps à leur description. J'indiquerai seulement les principaux détails de structure que j'ai pu observer chez cette espèce.

Quand on examine une coupe passant par l'axe du ganglion ocellaire, on remarque que celui-ci est formé par une masse de substance ponctuée très homogène, renfermant dans son intérieur seulement quelques très rares noyaux.

En bas, cette masse de substance ponctuée donne naissance au nerf ocellaire; en haut, elle est séparée de la face profonde de l'ocelle par une couche formée de fibrilles très serrées et entremêlées de nombreux noyaux. Celles-ci servent selon toute probabilité à unir les cellules sensorielles de l'ocelle avec la masse de substance ponctuée dont nous venons de parler.

Le nerf des ocelles latéraux se porte directement en bas pour aller gagner, comme nous le verrons, le lobe cérébral correspondant. Le ganglion ocellaire impair présente, lui, une disposition particulière et très intéressante. Son extrémité inférieure est bifide et donne naissance non point à un seul, mais à deux nerfs. Ceux-ci divergent aussitôt, celui de droite va se jeter dans le nerf ocellaire latéral droit, celui de gauche, dans le nerf ocellaire latéral gauche.

Ainsi l'ocelle médian n'est pas vraiment impair, puisqu'il donne naissance à deux nerfs symétriques se portant l'un à droite, l'autre à gauche. Cette intéressante disposition a d'ailleurs été reconnue depuis longtemps par M. Leydig, chez la Fourmi.

LE PROTOCEREBRON MOYEN

Le protocerebron moyen est constitué par les parties suivantes :

1° Les *deux corps pédonculés;*

2° Les *deux lobes cérébraux;*

3° Le *corps central.*

Nous étudierons successivement chacune de ces parties.

LE CORPS PÉDONCULÉ

Le corps pédonculé comprend comme parties principales le *pédoncule* et les *calices*. Le corps pédonculé possède deux calices, l'un est externe et l'autre interne.

Chacune de ces parties se présente sous la forme d'une augette ovalaire, ouverte en haut, allongée d'avant en arrière et très fortement infléchie dans le plan antéro-postérieur de manière à se mettre comme à cheval sur le bord supérieur du lobe cérébral, en débordant fortement sur les faces antérieure et postérieure de celui-ci.

LES CALICES

Forme et rapports généraux des calices. — Chaque calice (1) présente à étudier une paroi extérieure et un fond ou paroi inférieure; cette dernière est en connexion immédiate avec les parties profondes du lobe cérébral. Les parois des calice sont très épaisses partout et augmentent encore d'épaisseur au niveau du bord. Ce dernier est arrondi et creusé à sa partie moyenne d'un sillon assez profond.

Pour donner une idée complète de la forme des calices, j'ajouterai encore que leur bord s'infléchit vers la cavité de manière à rétrécir l'orifice de celle-ci.

Toute la surface libre du calice, c'est-à-dire sa surface extérieure, est revêtue par une couche de cellules que nous décrirons plus loin. Seule la face inférieure du calice, qui s'unit comme nous le verrons aux parties nerveuses profondes, manque de ce revêtement.

Dans l'intérieur du calice la couche cellulaire est plus puissante que partout ailleurs et atteint là une telle épaisseur qu'elle comble presque la cavité du calice en réduisant celle-ci

(1) La figure 22 montre l'aspect que présentent les calices sur un cerveau isolé par dissection et examiné par transparence.

à l'état de simple fente. Au contraire, à l'extérieur du calice, la couche cellulaire est presque partout très mince.

Le calice externe et le calice interne sont sensiblement de même taille et à eux deux recouvrent complètement la moitié correspondante du lobe cérébral ; en effet, le premier de ceux-ci s'étend en dehors jusqu'au-dessus du nerf optique, le second de son côté atteint presque la ligne médiane.

Le calice externe et le calice interne sont séparés l'un de l'autre par une fente étroite mais très profonde sur laquelle j'aurai plusieurs fois occasion de revenir et que je désignerai sous le nom de *scissure du corps pédonculé.*

Sur la ligne médiane les deux calices internes sont séparés l'un de l'autre par une fente profonde, c'est le *sillon cérébral médian.*

Maintenant que le lecteur connaît la forme générale des calices, forme qui peut être reconnue par la dissection et par l'examen en masse du cerveau éclairci par l'acide acétique (1), il comprendra facilement les principaux aspects sous lesquels ils peuvent se présenter quand on les étudie sur des coupes.

En coupe frontale, chaque calice se présente sous forme d'un fer à cheval ouvert en haut (2), en coupe latérale il se montre comme une ellipse très allongée d'avant en arrière. Sur les coupes sagittales l'aspect variera, on le comprend, selon que la section passera par la paroi (3) ou par la cavité (4) du calice.

Mais dans tous les cas, le contour du calice se montrera comme un croissant épais convexe en haut et concave en bas.

Sructure des calices. — La couche cellulaire qui revêt toute la surface libre du calice à l'intérieur comme à l'extérieur de celui-ci est formée de noyaux sphériques très petits fortement colorables par le carmin, fortement tassés les uns

(1) Fig. 22, *ci* et *ce.*
(2) Fig. 13 et 14, *ci* et *ce.*
(3) Fig. 17, *ci* et 18, *ce.*
(4) Fig. 16, *ce.*

contre les autres. Chez la Guêpe, ils sont plus particulièrement difficiles à étudier que dans la plupart des autres Insectes. Mais nous savons par des recherches faites sur des types voisins que chacun de ces noyaux est enveloppé d'une très mince couche de protoplasma d'où part un filament qui se rend à la substance ponctuée constitutive des parois du calice. Quoique la Guêpe se prête mal à l'étude, on reconnaît pourtant chez cet animal que les choses se passent bien ainsi. En examinant ces cellules (1) dans l'intérieur du calice et sur des coupes très fines, on voit qu'elles émettent des fibrilles extrêmement minces, qui se groupent en paquets assez volumineux avant d'atteindre la paroi du calice.

Etudions maintenant la structure intime de celle-ci : Quand on examine une coupe latérale passant vers la partie moyenne d'un calice, on voit que les parois (2) de celui-ci sont formées par une couche de substance ponctuée très homogène, mais dans laquelle on distingue pourtant un certain nombre de détails. La paroi est formée de deux couches séparées l'une de l'autre par une sorte de fente où la trame du tissu est moins serrée qu'ailleurs et où l'on rencontre un certain nombre de petits noyaux (3). La couche intérieure montre une structure moins uniforme que la couche extérieure, elle renferme deux sortes de faisceaux fibreux : les uns se portent de haut en bas et sont coupées transversalement (faisceaux ascendants) ; les autres, marchant horizontalement (faisceaux horizontaux),

(1) Je conserve à ces éléments, comme aussi aux éléments cellulaires tout à fait analogues qu'on trouve dans le ganglion optique et dans d'autres parties du système nerveux, le nom de cellules nerveuses ou ganglionnaires, parce que c'est un usage consacré par ceux qui se sont avant moi occupés de ce sujet. D'ailleurs, la plupart des histologistes n'appellent-ils pas, avec M. Ranvier, cellules nerveuses ou ganglionnaires les éléments cellulaires tout à fait analogues d'aspect, qui forment les couches granulées de la rétine des vertébrés (Ranvier, *Traité technique*, p. 955, et *Note sur les travaux scientifiques de M. Ranvier*, p. 58 et 69; Stöhr, *Lehrbuch der Histologie*, Iéna, 1887, p. 205).

(2) La substance ponctuée qui constitue la paroi des calices se colore très fortement en noir par l'acide osmique.

(3) Fig. 1, 2, 3, 4, *ce* et *ci*.

sont dans toute leur étendue comprises dans le plan de la section. On voit ces derniers naître des cellules qui remplissent le calice et se grouper en faisceaux qui s'insinuent entre les fibres coupées transversalement pour se perdre enfin dans la substance ponctuée constitutive de la couche extérieure du calice.

Une coupe sagittale (1) nous permet de voir dans toute leur longueur les faisceaux ascendants dont nous venons de parler. Ceux-ci se portent directement de bas en haut et servent à unir le fond avec le bord du calice. Ils sont saillants dans la cavité de celui-ci comme les colonnes charnues dans la cavité du cœur. Sur une coupe sagittale en effet, dans les interstices de ces faisceaux on voit des cellules (2). Dans ces mêmes interstices, on aperçoit la coupe transversale des faisceaux horizontaux.

Le fond du calice est, comme nous l'avons indiqué déjà, très fortement concave d'avant en arrière, de manière à déborder sur la face antérieure comme aussi sur la face postérieure du lobe cérébral ; il embrasse dans sa concavité celle des branches du corps pédonculé à laquelle il s'unit (3).

Le fond du calice est aussi épais que les parois et se continue avec celles-ci sans ligne de démarcation ; il est formé comme elles d'une substance ponctuée très homogène, mais dans laquelle on reconnaît pourtant le trajet de fibrilles extrêmement fines. Celles-ci sont rayonnantes, c'est-à-dire normales à la courbure du fond du calice. Elles quittent celui-ci sous forme de paquets volumineux et serrés, et vont après un court trajet se jeter dans la branche correspondante, qui est principalement formée par leur convergence.

Étant connues la forme concave du calice et la direction rayonnante des fibres auxquelles celui-ci donne naissance, le lecteur se rendra aisément compte des différents aspects qui peuvent se manifester suivant qu'on examine des coupes pratiquées dans telle ou telle direction.

(1) Fig. 17, *a*.
(2) Fig. 17, *d*.
(3) Fig. 17, *ci*, 18 et 19, *ce*.

Examinons une coupe sagittale (1). Le calice se montre comme une calotte enveloppant l'extrémité de la branche correspondante. Les paquets fibreux qui naissent du fond du calice dans des plans antéro-postérieurs, seront coupés longitudinalement. Ceux qui naissent de la partie latérale de ce même fond, se montreront en coupes transversales.

Sur une coupe latérale (2) nous observons l'aspect suivant. Le calice apparaît comme une couronne enveloppant l'extrémité de la branche, qui étant ici transversalement coupée se montre avec un contour circulaire. L'extrémité de la branche se montre formée de gros paquet de fibrilles coupés les uns transversalement, les autres horizontalement. Les premiers proviennent de la partie supérieure, les autres de la périphérie du fond du calice.

Les fibrilles qui naissent de la face inférieure ou fond du calice ne sont pas les seuls conducteurs nerveux qui partent de ces organes. Ceux-ci émettent encore des fibrilles, qui les unes se rendent directement aux lobes cérébraux, tandis que les autres vont s'unir aux calices du côté opposé. Mais ce sont là des points que nous ne pouvons aborder avec fruit que quand le lecteur connaîtra avec plus de détails la topographie générale du protocerebron moyen.

Avant de quitter l'étude des calices, il me faut dire que ceux-ci ne s'unissent point à la branche correspondante par toute la surface de leur fond. Cette union n'existe que sur une étendue relativement faible et qui répond au sommet de la concavité du fond des calices et qui constitue comme le hile de ces organes. En avant aussi bien qu'en arrière, les calices débordent sur le lobe cérébral, en recouvrant ainsi sur une étendue assez considérable les faces antérieure et postérieure de celui-ci. On se rend compte de cette disposition en examinant une coupe latérale pratiquée à un niveau un peu inférieur au point d'union des deux branches (3). Sur une

(1) Fig. 17, 18 et 19, *ce* et *ci*.
(2) Fig. 2, *ce* et *ci*.
(3) Fig. 3, 4, 5.

telle section, la tige formée par l'union des deux branches se montre coupée transversalement; en avant et en arrière entre elle et le calice se montre la coupe du lobe cérébral.

LE PÉDONCULE

Le pédoncule est le principal moyen d'union des calices avec les autres régions du protocerebron; il est formé des parties suivantes :

1° La *branche externe;*
2° La *branche interne;*
3° La *tige;*
4° La *corne antérieure;*
5° La *poutre.*

Avant d'aborder l'étude détaillée de ces parties, j'indiquerai rapidement leurs dispositions générales, afin que le lecteur puisse plus aisément suivre mes descriptions.

Du fond du calice externe, comme aussi du fond du calice interne, naît un gros tractus de substance ponctuée, ce sont les *branches externe* et *interne.* Ces deux branches s'unissent bientôt pour former un tronc commun, c'est la *tige;* celle-ci descend verticalement en s'enfonçant dans le lobe cérébral, puis après un trajet assez long se divise comme en deux racines. La première se porte directement en avant pour gagner la surface antérieure du renflement primaire, c'est la *corne antérieure.* La seconde se porte immédiatement en dedans et atteint la ligne médiane au-dessous du corps central, c'est la *poutre.*

Branches interne et externe. — La branche interne naît du fond du calice interne, la branche externe du fond du calice externe, comme nous l'avons indiqué plus haut. Elles se portent en bas et se fusionnent en un tronc commun qui est la tige. Chez plusieurs Insectes, chez la Fourmi, par exemple, elles

présentent une longueur considérable et sont assez grêles. Chez la Guêpe elles sont massives, très courtes et complètement abritées par la concavité des calices. Nous avons dit plus haut comment elles s'unissent à ces derniers, il est donc inutile d'y revenir. Chez beaucoup d'espèces, les calices étant distants l'un de l'autre, les branches sont très divergentes. Ici il n'en est plus de même, les calices étant situés très près l'un de l'autre, les deux branches ne sont séparées avant leur réunion que par une fente étroite. Celle-ci est immédiatement située au-dessous de la scissure (1) qui sépare les calices et n'en est en somme qu'une continuation. Dans cette scissure on trouve un assez volumineux paquet de fibres courant d'avant en arrière (2) et sur lequel nous aurons bientôt à revenir.

Sur une coupe latérale, chaque branche se montre sectionnée transversalement (3). On voit alors qu'elle est formée par une substance ponctuée très homogène, dans laquelle viennent se perdre de gros paquets de fibrilles coupés les uns transversalement, les autres longitudinalement. Nous connaissons déjà ceux-ci; nous avons dit plus haut comment ils tirent leur origine du fond du calice correspondant.

La *tige* est formée par la réunion de la branche interne et de la branche externe, avec la substance desquelles elle se continue sans ligne de démarcation. Elle se porte verticalement en bas en s'enfonçant dans la profondeur du lobe cérébral; elle se termine à un niveau qui répond à la face inférieure du corps central.

La tige est très volumineuse à sa partie supérieure, elle va en diminuant rapidement de volume et se termine par une extrémité grêle, un peu recourbée en avant et arrondie à sa pointe. La tige a la forme d'un cône fortement aplati d'avant en arrière. On s'en rend bien compte, soit en comparant des coupes latérales faites à des niveaux différents (4), soit en

(1) Fig. 13 et 14, *sc*.
(2) Fig. 16, *b*.
(3) Fig. 2, *bi* et *b* .
(4) Fig. 3, 4, 5, 6, 7, *pd*.

examinant une coupe sagittale (1) passant par l'axe de la tige. Les coupes frontales, au contraire, sont moins favorables à l'étude de cet organe.

Durant tout son trajet au sein du lobe cérébral, la tige paraît comme libre dans un canal qui serait creusé dans la substance de celui-ci (2). On la voit, en effet, sur toutes les coupes entourée d'un espace clair qu'au premier abord on croirait complètement vide. Mais un fort grossissement nous montre que cet espace est rempli par une trame extrêmement lâche de fibrilles qui relient ainsi la tige avec le lobe cérébral; ceci ne peut se voir que sur les coupes qui ont été soigneusement préservées de toute dislocation. On trouve en outre dans cet espace des fibrilles groupées en faisceaux et sur lesquelles nous reviendrons.

On se rend bien compte des rapports généraux de la tige en étudiant une série de coupes latérales. En haut, immédiatement après la réunion des deux branches qui la forment, la tige est entourée de toutes parts par les calices. Examinons des sections pratiquées à des niveaux de plus en plus inférieurs. Dans les figures 3 et 4, la tige n'est plus en rapport avec les calices que par sa face externe, sa face antérieure est séparée des gobelets par la substance du lobe cérébral, et sa face postérieure est en contact avec les cellules de l'écorce cérébrale. Plus bas nous voyons la substance du lobe cérébral s'étendre non seulement en avant, mais encore en dedans et en arrière en séparant ainsi la tige d'avec les cellules en question (3). Plus bas encore, nous voyons la substance du lobe cérébral envelopper complètement la tige en la séparant ainsi de toutes les parties voisines (4).

La tige est formée par une substance ponctuée extrêmement homogène. Mais à sa surface elle est revêtue par des fibrilles; parmi celles-ci les unes (j'ai déjà parlé de ces dernières)

(1) Fig. 17, *pd*.
(2) Fig. 3, 4, 5, 6, 7, *pd*.
(3) Fig. 5.
(4) Fig. 6, 7 et 8.

constituent un lacis à mailles très serrées, tandis que les autres se groupent pour former des faisceaux à direction déterminée.

Mais pour bien faire comprendre la disposition de ceux-ci, il est nécessaire que nous donnions sur la forme de la tige quelques détails complémentaires.

Examinons une coupe latérale pratiquée un peu au-dessous du point où les deux branches s'unissent, la tige (1) se montre alors en coupe transversale. Sa face antérieure est absolument lisse, mais sa face postérieure présente des crêtes saillantes séparées par des fentes profondes.

De la surface de la crête externe, nous voyons naître des fibrilles qui se portent en dedans, passent sur la crête moyenne en la recouvrant, puis arrivent au contact de la crête interne et s'enfoncent dans le sillon interne. Pénètrent-elles de nouveau dans la substance ponctuée et la tige, unissant ainsi sa partie externe et sa partie interne, ou bien s'infléchissent-elles, pour descendre verticalement? Je n'oserais rien affirmer.

Les crêtes saillantes dont nous venons de parler s'atténuent à mesure qu'on examine la tige à un niveau plus inférieur ; à la hauteur du sommet du corps central elles ont presque complètement disparu (2). Les crêtes sont très faciles à interpréter sur des coupes latérales, mais sur des coupes frontales elles sont obliquement sectionnées et donnent lieu à des aspects qu'on aurait grand'peine à comprendre si l'on n'était éclairé par l'étude des coupes latérales.

Quand on examine la tige à un niveau inférieur à celui où les crêtes montrent tout leur développement, on voit deux faisceaux aplatis formés de fibrilles transversalement coupées ; ils sont appliqués l'un contre la face extérieure, l'autre contre la face postérieure de la tige.

Une coupe sagittale (3) nous rend compte de leur trajet. Tous

(1) Fig. 3 et 4, *pd*.
(2) Fig. 5.
(3) Fig. 17.

deux tirent leurs fibrilles de la surface de la tige, ils se portent en bas en restant appliqués contre celle-ci. Arrivés à l'extrémité inférieure de la tige, ils changent de direction et vont s'associer aux fibrilles qui naissent de toute l'extrémité inférieure de la tige, et qui forment la corne antérieure et la poutre.

Outre les fibrilles constitutives de ces deux parties, la tige, sur son trajet, émet des fibrilles qui, les unes, l'unissent directement aux parties voisines du lobe cérébral correspondant, tandis que les autres vont se jeter dans les cellules ganglionnaires qui revêtent celui-ci. Ce sont là des points sur lesquels nous reviendrons.

Poutre. — M. Flögel n'a pu découvrir chez la Guêpe de partie correspondante à ce qu'on désigne sous le nom de poutre chez les autres Insectes. Cette partie existe pourtant; mais tandis que chez ceux-ci elle se présente toujours comme une tubérosité volumineuse, cylindrique et formée d'une substance ponctuée homogène et tout à fait semblable à celle qui constitue la trame de la tige, ici elle se montre simplement comme un grêle tractus, formé non point de substance ponctuée ordinaire, mais bien de fibres fines.

La plupart de celles-ci naissent de la surface de l'extrémité terminale de la tige, mais un certain nombre d'entre elles paraissent être la continuation directe des fibres constitutives de ce petit faisceau qui court de haut en bas, appliqué à la face postérieure de la tige et que dans le paragraphe nous avons décrit sous le nom de *faisceau postérieur*.

Les fibres constitutives de la poutre sont peu serrées les unes contre les autres, elles sont entremêlées de noyaux assez nombreux. Le faisceau qu'elles forment (1) se porte en dedans en décrivant une courbe à concavité supérieure. Elles arrivent bientôt au-dessous du corps central; là elles se dissocient et se mélangent à leurs congénères venues de l'autre côté de la ligne

(1) Fig. 13, *pt*.

médiane pour former une sorte de lacis confus, sur lequel repose le corps central. Pénètrent-elles dans celui-ci ? Je n'oserais rien affirmer à cet égard.

Corne antérieure. — Touchant la structure de cette partie, je répéterai une remarque analogue à celle que j'ai déjà faite à propos de la poutre. Tandis que chez les autres Insectes étudiés, la corne antérieure est formée d'une substance ponctuée en tout semblable à celle qui constitue la tige, ici, au contraire, cette partie est représentée seulement par un faisceau de fibres relativement petit (1). Celles-ci ont un aspect qui les fait en tout ressembler aux fibres qui constituent la poutre. Comme ces dernières, elles naissent de l'extrémité de la tige, mais quelques-unes d'entre elles paraissent être la continuation du paquet de fibrilles qui court du haut en bas à la surface de la face antérieure de la tige et que j'ai décrit plus haut sous le nom de *faisceau antérieur*.

La corne antérieure, aussitôt constituée, se porte immédiatement et directement en avant; elle circule ainsi d'avant en arrière à travers la substance du lobe cérébral, puis sort de celui-ci et arrive jusqu'au contact immédiat du névrilemme, sans avoir beaucoup changé de diamètre; pourtant on remarque qu'elle s'élargit très sensiblement au moment de sa sortie. Durant ce trajet la structure de la corne antérieure se modifie. Au moment où elle se détache de la tige, les fibres qui la composent sont bien isolées les unes des autres et entremêlées de noyaux pas trop nombreux.

Un peu avant sa sortie du lobe cérébral on voit ces caractères se modifier, les noyaux deviennent extrêmement nombreux, et la fibrillation devient tout à fait confuse. Arrivée en contact avec le névrilemme, elle s'étale surtout en dehors en s'insinuant entre la substance du lobe et les cellules ganglionnaires qui revêtent celui-ci, puis disparaît enfin ; mais je n'ai pu être fixé d'une manière plus précise sur son mode de terminaison.

(1) Fig. 8 et 17, *ca*.

La corne antérieure envoie-t-elle durant son trajet des fibres au lobe cérébral qu'elle traverse? Je crois m'être assuré qu'un petit nombre de fibres constitutives de la corne antérieure se détachent, chemin faisant, pour se porter à la substance du lobe qui, comme nous l'avons dit, enveloppe celle-ci de toutes parts.

Mais il existe entre le lobe cérébral et la tige des moyens d'union plus puissants que ceux-ci. De l'extrémité inférieure de la tige se détache un faisceau de fibres très volumineux qui paraît provenir exclusivement de fibres qui revêtent la face antérieure de la tige (fibres que nous connaissons déjà); il se porte en avant, accompagne la corne antérieure sur un court trajet, pénètre ensuite dans la substance du lobe, décrit une très forte courbe à concavité postérieure, puis disparaît (1).

Un autre moyen d'union presque aussi puissant existe encore.

Un faisceau de fibres assez volumineux et qui n'est que la continuation inférieure de la tige, descend verticalement, en suivant la direction de celle-ci, dépasse son extrémité, s'enfonce dans la substance du lobe cérébral, et y disparaît en s'effilant, après un trajet assez considérable (2).

D'autres moyens d'union existent encore entre la tige et le lobe cérébral, mais nous ne pourrons faire comprendre leur disposition exacte qu'en décrivant le lobe cérébral. Aussi est-ce seulement un peu plus loin que nous en parlerons.

LE CORPS CENTRAL

Le corps central est un organe impair, situé sur la ligne médiane, à la partie supérieure du protocerebron, à peu près à égale distance de la face antérieure et de la face postérieure de celui-ci. Ainsi le corps central se trouve placé au fond du

(1) Fig. 8, *a* et fig. 17, *g*.
(2) Fig. 17, *h*.

sillon médian qui sépare l'une de l'autre les deux paires de calices.

Le corps central peut, quant à sa forme, être comparé à une demi-sphère dont la concavité serait tournée en bas (1), et qui serait assez fortement aplatie en avant et en arrière (2) ; sa base est légèrement concave.

Le corps central reçoit des fibres de tous les organes importants qui entrent dans la constitution du protocerebron. Celles-ci, avant de disparaître dans la substance du corps central, constituent autour de lui une atmosphère fibreuse, qui l'enveloppe et le protège pour ainsi dire du contact immédiat des parties voisines (3).

Le corps central, bien que presque entièrement formé de substance ponctuée, n'en présente pas moins une structure assez compliquée. Si nous l'examinons sur une coupe frontale, nous reconnaissons qu'il est divisé en deux régions par une ligne courbe parallèle à sa face supérieure (4). Cette ligne est marquée par un aspect plus clair et une texture plus lâche de la substance ponctuée, et aussi par la présence de noyaux plus abondants.

Cette ligne est l'indication de la division du corps central en deux calottes se recouvrant l'une l'autre; l'examen d'une coupe sagittale passant non loin du plan médian, confirme cette interprétation (fig. 18, 19, 20).

Mais, si nous examinons comparativement une série non interrompue de coupes latérales, nous reconnaissons que la disposition des deux calottes n'est pas si simple qu'on pourrait le croire tout d'abord. Ainsi, on remarque qu'en avant, sur la ligne médiane, la calotte supérieure est interrompue de manière à laisser à découvert la face antérieure de la calotte inférieure (5).

(1) Fig. 13, *csc* et *cic*.
(2) Fig. 6, *cc*, fig. 7, 8, 18 et 19, *cic* et *csc*.
(3) Fig. 5, 6, 7, 8, *e* et fig. 18, 19, 20.
(4) Fig. 13, *csi* et *cic*.
(5) Fig. 7.

Sur les côtés, la calotte supérieure, descendant un peu moins bas que celle-ci, ne la recouvre pas entièrement.

En arrière, la calotte supérieure descend au même niveau que l'inférieure, excepté toutefois sur la ligne médiane. Sur cette ligne, en effet, le bord de la calotte supérieure présente une encoche assez profonde. Du bord droit comme du bord gauche de cette encoche, naît un très court pédicule, qui se renfle immédiatement en un tubercule parfaitement sphérique formé de substance ponctuée comme la calotte elle-même.

Ces deux tubercules seront désignés sous le nom de *tubercules du corps central* (1); ils font d'ailleurs partie intégrante de cet organe. Ils sont réunis l'un à l'autre par un court faisceau fibreux.

La structure plus fine du corps central n'est facile à étudier que sur des pièces fortement imprégnées d'osmium. Ce sont les coupes frontales qui sont surtout instructives.

Si nous examinons une telle préparation, nous reconnaissons d'abord que le corps central, par la teinte foncée qu'il prend en présence de l'acide osmique, tranche sur les parties voisines. La calotte inférieure, comme la calotte supérieure, est formée d'une substance ponctuée, à trame extrêmement serrée; celle-ci, dans l'une comme dans l'autre de ces parties, se décompose en huit à dix lames rayonnantes de bas en haut, comme les lames d'un éventail. Ces lames sont séparées les unes des autres par d'étroits intervalles plus clairs où la substance ponctuée paraît avoir une trame moins serrée qu'ailleurs.

Quant à la ligne de séparation des deux calottes, à un fort grossissement, elle se montre comme un espace clair dans lequel on observe des fibres qui courent, les unes parallèlement à la surface convexe du corps central, tandis que les autres ont une direction rayonnante et le traversent pour aller de la calotte inférieure à la calotte supérieure.

(1) Fig. 8, 14 et 19, *tc*.

Le corps central ne renferme, dans son intérieur, que très peu de noyaux; ceux-ci sont presque exclusivement répartis dans les intervalles des lames et dans l'interstice de séparation des deux calottes.

Le corps central a des connexions fibreuses avec presque tous les organes constitutifs du cerebron, même avec ceux qui sont anatomiquement situés loin de lui. Il s'unit avec l'écorce cellulaire du protocerebron, avec les calices, avec les lobes cérébraux, avec les commissures œsophagiennes, avec le lobe olfactif, peut-être aussi avec la tige du corps pédonculé par l'intermédiaire des poutres que nous connaissons déjà.

Ce sont les fibres venues de toutes ces parties et destinées au corps central qui forment autour de cet organe et avant d'y pénétrer l'atmosphère fibreuse au sein de laquelle il est plongé et dont nous avons déjà fait mention.

Le corps central reçoit des fibres par toute sa surface sans exception, mais sa face inférieure en reçoit beaucoup plus qu'aucun autre point, et peut être considérée pour ainsi dire comme le hile de l'organe. Aussi voyons-nous au-dessous de la face inférieure l'atmosphère fibreuse bien plus puissante que partout ailleurs.

Dès qu'une fibre a pénétré dans le corps central, elle disparaît sans que j'aie pu suivre sa trace ; toutefois une exception existe pour les fibres venues du lobe cérébral. Nous décrirons plus loin l'intéressant trajet que celles-ci parcourent dans l'épaisseur du corps central.

LE LOBE CÉRÉBRAL

L'examen d'une pièce disséquée (1) donne une bonne idée générale de la forme extérieure des lobes cérébraux.

Les deux lobes cérébraux s'unissent sur la ligne médiane, et là presque partout un sillon plus ou moins profond marque la trace de leur soudure.

(1) Fig. 22, *lc*.

Le lobe cérébral est très fortement aplati d'avant en arrière, et a un contour sensiblement quadrilatère; il présente, par conséquent, à étudier, une face antérieure et une postérieure, une face supérieure et une inférieure.

La face supérieure est complètement masquée par les calices qui la recouvrent entièrement.

La face inférieure donne, par toute son étendue, naissance à la commissure œsophagienne.

La face externe, étroite et arrondie, n'est séparée que par un étroit espace de la masse médullaire interne; elle reçoit trois des faisceaux du nerf optique, les faisceaux supéro-antérieur et supéro-postérieur, et le faisceau inféro-postérieur.

Par presque toute l'étendue de leur face interne, les deux lobes cérébraux se soudent sur la ligne médiane.

La face antérieure, légèrement bombée à sa partie moyenne, est en haut en partie masquée par les calices qui débordent au-devant d'elle. En bas, elle est de même en partie recouverte par le lobe olfactif correspondant.

Si nous examinons au microscope cette face antérieure sur une pièce soigneusement disséquée et rendue transparente par l'acide acétique et la glycérine, nous découvrons, à la partie moyenne du lobe central, à égale distance des gobelets et du lobe olfactif correspondant, une tache circulaire (1), obscure et moins réfringente que les parties voisines. C'est la coupe optique de l'extrémité antérieure de la corne antérieure qui vient, comme nous l'avons vu, émerger à la surface du lobe cérébral.

Au-dessous de l'émergence de la corne antérieure, entre ce point et le lobe olfactif correspondant, nous apercevons un petit mamelon saillant (2). Il reçoit le faisceau optique inféro-antérieur. Nous désignerons ce mamelon sous le nom de *tubercule optique*.

(1) Fig. 22, *ca*.
(2) Fig. 22, *to*.

La face postérieure est légèrement bombée à sa partie moyenne. Comme la face antérieure, elle est en haut en partie recouverte par les gobelets du côté correspondant; dans le reste de son étendue, elle est libre. La face postérieure reçoit, près de la ligne médiane, le nerf ocellaire correspondant, mais c'est là un détail qui ne peut être exactement observé que sur les coupes.

Le lobe cérébral est fondamentalement constitué par de la substance ponctuée. Mais on observe, dans son intérieur, un grand nombre de faisceaux fibreux. Parmi ceux-ci, les uns servent à mettre les deux lobes cérébraux en connexion, les autres unissent le lobe central à d'autres parties du système nerveux; d'autres faisceaux enfin traversent simplement le lobe central sans paraître entrer avec celui-ci en relation fibreuse.

Ajoutons encore que le lobe cérébral est extérieurement revêtu par une couche de cellules ganglionnaires, que nous décrirons sous le nom d'*écorce du lobe cérébral.*

Rapport du lobe cérébral avec le corps pédonculé. — Pour bien comprendre les rapports qui s'établissent entre le lobe cérébral et le corps pédonculé, rappelons en deux mots la forme de ce dernier. Le corps pédonculé, quant à sa forme générale, peut être comparé à un champignon à chapeau très rabattu, et implanté dans la face supérieure du lobe cérébral. Les deux calices représenteraient le chapeau, tandis que l'ensemble, formé par la tige et les deux branches, représenterait le pied du champignon.

Depuis sa partie inférieure jusqu'à un niveau qui répond au point où les deux lobes cérébraux se soudent en haut sur la ligne médiane, la tige est de toutes parts entourée par la substance du lobe cérébral. Mais, au-dessus de ce point, c'est en avant seulement de la tige que le lobe cérébral se trouve en contact avec cette dernière.

L'examen et la comparaison de coupes successives (1) per-

(1) Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8.

mettent de comprendre aisément comment les choses se passent. La partie supérieure du lobe cérébral se prolonge en haut en une saillie qui monte en s'effilant et qui s'insinue en avant de la tige, entre celle-ci et les gobelets, pour se terminer par une extrémité émoussée au niveau du point d'union du gobelet interne avec la branche correspondante.

Nous donnons à cette saillie le nom de *protubérance cérébrale supérieure* (1).

Ainsi, dans sa partie supérieure, la tige est en arrière et en dehors, libre de tous rapports avec la substance du lobe cérébral, tandis qu'en avant elle est en contact avec la protubérance cérébrale qui s'insinue entre elle et les calices.

Commissure des calices. — Maintenant que nous connaissons la protubérance cérébrale supérieure, nous pouvons décrire une commissure très intéressante qui sert à mettre en rapport les calices du côté droit avec les calices du côté gauche. On étudie surtout bien cette partie sur des coupes latérales menées à un niveau très élevé, de manière à passer au-dessus de l'extrémité supérieure des protubérances. (Une telle section rencontre les branches du corps pédonculé, au point où elles s'unissent pour former la tige.)

En avant des deux branches, dans l'interstice compris entre celles-ci et la partie antérieure des calices (2), on aperçoit un paquet de fibres assez volumineux dirigé de dehors en dedans. Ces fibres sortent de presque toute la surface du fond des calices tant interne qu'externe; je désigne le faisceau qu'elles forment sous le nom de *commissure des calices*. Sur la coupe que nous examinons, la commissure ne peut être suivie jusqu'à la ligne médiane, car au niveau où nous sommes maintenant, elle a été rencontrée obliquement par la section et ainsi coupée avant d'avoir atteint la ligne médiane.

Examinons maintenant une coupe pratiquée à un niveau inférieur et intéressant l'extrémité de la protubérance céré-

(1) Fig. 3, 4, 5, 15, 16, 17, *pc*.

(2) Partie des calices qui déborde sur la face antérieure du lobe cérébral.

brale. Une telle section ne nous montrera plus l'union de la commissure avec le calice interne, mais elle nous fera connaître mieux l'union du calice externe avec la commissure. Nous voyons que les fibres de celle-ci naissent de toute l'étendue du fond de ce dernier calice. La même section nous permet de nous rendre compte du reste du trajet de la commissure (1).

Après que celle-ci s'est formée par la réunion des fibres qu'elle tire de l'un et l'autre gobelet, elle se présente sous l'aspect d'un cordon cylindrique, elle se porte immédiatement en dedans, rencontre l'extrémité supérieure de la protubérance et la traverse de part en part sans paraître lui céder de fibres, puis gagne la ligne médiane.

Sur la ligne médiane, la commissure venue de droite et la commissure venue de gauche se fusionnent.

Ainsi s'établit une union intime et directe entre les deux paires de calices.

Union des calices avec le lobe cérébral du côté opposé. — Quand on examine une coupe latérale pratiquée à un niveau un peu inférieur à celui sur lequel nous avons observé la commissure qui unit les deux paires de calices, on remarque sur la ligne médiane deux faisceaux de fibres se croisant en formant ainsi un chiasma dont les angles antérieur et postérieur sont très obtus (2).

De la surface concave du fond du calice externe, naissent des fibres qui se réunissent en un faisceau cylindrique, c'est un faisceau chiasmatique. Celui-ci se porte immédiatement en dedans en passant en avant de la tige, traverse la protubérance du côté correspondant sans paraître y laisser de fibres, et arrive ainsi dans l'intervalle qui sépare les deux protubérances. Le faisceau se porte alors obliquement de dehors en dedans et d'avant en arrière, croise sur la ligne médiane son congénère pour former ainsi le chiasma, puis, sans changer

(1) Fig 3, *ccl.*
(2) Fig. 4, *ch.*

de direction, gagne la protubérance cérébrale du côté opposé pour s'y enfoncer et disparaître aussitôt.

Les fibres du chiasma, après leur entre-croisement, s'enfoncent dans le lobe cérébral. Je n'ai pu les suivre plus loin dans leur trajet. Mais les études comparatives que j'ai entreprises chez d'autres types me donnent tout lieu de penser qu'elles traversent de haut en bas le lobe cérébral pour gagner le lobe olfactif. Ainsi s'établirait une union fibreuse entre chaque lobe olfactif et les calices du côté opposé.

Union directe des deux tiges. — Si nous examinons des coupes latérales pratiquées à un niveau inférieur à celui sur lequel nous avons reconnu l'union chiasmatique des calices avec les protubérances cérébrales, nous découvrons un faisceau transversal établissant une union directe entre les deux tiges.

De la région externe de la face antérieure de chaque tige, on voit naître un faisceau de fibres; celui-ci s'enfonce immédiatement dans la protubérance du côté correspondant et se porte directement en dedans pour ressortir de celle-ci. Le faisceau arrive alors dans l'espace qui sépare les deux protubérances; il atteint bientôt la ligne médiane, où il s'unit intimement avec son congénère.

Ainsi, à leur partie moyenne, les deux tiges sont-elles unies directement par une commissure fibreuse.

Union des calices avec le lobe cérébral du côté correspondant. — Pour permettre au lecteur de comprendre la description qui va suivre, il est nécessaire que nous lui rappelions en deux mots ce que c'est que la *scissure du corps pédonculé*, région que nous avons déjà signalée plus haut.

La scissure du corps pédonculé est un profond sillon courant d'arrière en avant et séparant l'un de l'autre les deux calices (1). Le fond de ce sillon répond à l'angle que forment les deux branches du corps pédonculé en se réunissant pour

(1) Fig. 1, 2, *sc.*

constituer la tige. L'une de ses faces est limitée par la tige externe et par le bord interne du calice correspondant ; l'autre face est limitée par la tige interne et par le bord externe du calice correspondant.

Ce sillon n'est point compris dans un plan horizontal, mais il décrit une très forte courbe à concavité inférieure, suivant d'ailleurs en cela la forme des calices.

Étant données la forme et la direction du sillon, on comprend que c'est seulement sur des coupes sagittales qu'on pourra l'observer dans toute son étendue.

Le sillon est presque entièrement rempli de fibres (1). Celles-ci naissent du fond des calices interne et externe ; elles se réunissent immédiatement en un faisceau qui parcourt tout le sillon d'arrière en avant. Arrivé à l'extrémité antérieure de celui-ci, le faisceau se recourbe en bas et descend verticalement. Il marche quelque temps appliqué à la surface antérieure de la tige, passe entre celle-ci et le faisceau commissural unissant les calices de droite aux calices de gauche, puis s'enfonce dans la protubérance du côté correspondant. Il continue à s'enfoncer verticalement dans la substance de celle-ci, pénètre dans le corps même du lobe cérébral et y disparaît à un niveau qui correspond à peu près à l'extrémité de la tige (2).

Les coupes sagittales, passant par le plan de la scissure du corps pédonculé, nous montrent le faisceau que nous venons de décrire.

Les coupes latérales, intéressant la protubérance cérébrale, nous le montrent coupé transversalement (3).

En résumé, le calice externe et le calice interne s'unissent directement au lobe cérébral du côté correspondant, par l'intermédiaire du faisceau que nous venons de décrire.

Union des deux lobes cérébraux. — Les deux lobes céré-

(1) Fig. 15 et 16, *b*.
(2) Fig. 16, *b*.
(3) Fig. 2, 3, 4, *a*.

braux sont soudés l'un à l'autre sur la ligne médiane, et leur séparation est indiquée extérieurement par un sillon médian surtout profond en haut et en arrière.

La soudure des deux lobes cérébraux n'est pas complète, elle commence seulement au niveau de la région moyenne du corps central, pour s'étendre jusqu'en bas. Au-dessus du niveau que je viens d'indiquer, les deux lobes cérébraux sont complètement séparés l'un de l'autre (1). Il en est de même pour les protubérances, qui sont dans toute leur étendue écartées de la ligne médiane.

Les lobes cérébraux ne sont pas seulement unis par la soudure que je viens d'indiquer, il existe encore des faisceaux fibreux transversaux, que je désignerai sous le nom de *commissures cérébrales*, qui renforcent pour ainsi dire cette soudure.

Il existe deux commissures cérébrales, l'une supérieure, répondant à la partie supérieure de la soudure; l'autre inférieure, répondant à la partie inférieure de celle-ci.

La commissure supérieure est composée de deux faisceaux de fibres complètement séparés l'un de l'autre. Le premier (2), très grêle, est situé immédiatement en avant du corps central; il peut être, au dehors, suivi assez profondément dans l'intérieur du lobe. Le second (3), un peu plus volumineux, est situé en arrière du corps central et occupe l'espace compris entre la face postérieure de celui-ci et les nerfs ocellaires.

La commissure inférieure (4) est située tout à fait bas, c'est elle qui forme la partie supérieure du trou œsophagien, elle est par conséquent en rapport avec la partie initiale du tube digestif.

Elle se compose de deux très gros faisceaux fibreux, l'un antérieur, l'autre postérieur. Ces faisceaux peuvent être suivis en dehors, à peu de distance dans la substance ponctuée du lobe cérébral, où ils disparaissent bientôt.

(1) Fig. 3, 4, 5.
(2) Fig. 7, *ccs*.
(3) Fig. 6, *ccs*.
(4) Fig. 10, 13, 14, 20, *cci*.

Rapports des lobes cérébraux avec le corps central. — Nous connaissons déjà en gros la position du corps central; mais nous pouvons à présent donner quelques détails de plus sur sa situation précise.

Le corps central, qui, comme nous l'avons dit, est situé sur la ligne médiane, occupe une loge creusée en haut aux dépens de la soudure des deux lobes cérébraux. Cette cavité est ouverte en haut. Aussi la face supérieure du corps central est-elle à découvert, et même un peu saillante au-dessus des lobes cérébraux (1). La logette du corps central est plus grande qu'il n'est nécessaire pour loger celui-ci. Aussi reste-t-il tout autour du corps central, entre sa surface et les parois de la logette, un espace libre assez large. Celui-ci est rempli par les fibres qui arrivent des différents points du cerveau pour se jeter dans le corps central. Il existe donc tout autour du corps central une sorte d'atmosphère fibreuse; c'est une disposition dont nous avons déjà parlé.

De puissants faisceaux fibreux unissent les lobes cérébraux avec le corps central. Une coupe frontale (2) passant par la partie moyenne de celui-ci démontre bien ces connexions. Sur une telle préparation du sein de la substance de chaque lobe cérébral, on voit naître des fibres qui cheminent de dehors en dedans et de haut en bas; peu de temps après leur naissance, elles se réunissent en un gros faisceau, qui arrive au voisinage du bord externe du corps central. Le faisceau se divise alors en deux paquets: le premier s'enfonce dans le bord externe de la calotte inférieure du corps central pour y disparaître aussitôt; le second s'avance au-dessous du corps central et écarte un peu ses fibres; celles-ci franchissent la ligne médiane en s'entre-croisant avec leurs congénères venues de l'autre côté, puis s'enfoncent dans la face concave de la calotte inférieure du corps central; elles parcourent celui-ci de bas en haut, en suivant un trajet rayonnant,

(1) Fig. 18 et 19.
(2) Fig. 13.

arrivent jusqu'à la calotte supérieure, s'enfoncent dans celle-ci et disparaissent aussitôt.

Fibres particulières à chaque lobe cérébral. — On rencontre dans chaque lobe cérébral un certain nombre de faisceaux fibreux, qui le parcourent sans que j'aie pu les en voir sortir, et qui paraissent ainsi n'avoir d'autre destination que d'établir une relation plus intime entre deux parties éloignées de ce même lobe.

Je décrirai seulement deux de ces faisceaux, qui m'ont paru plus importants, et dont il m'a été possible de mieux définir le trajet. Ils sont l'un et l'autre très volumineux et plongés dans la substance même du lobe, et faciles à reconnaître, surtout sur les coupes frontales.

Tous deux servent à unir la région externe du lobe cérébral avec la partie de ce même lobe amincie en lame, et qui sépare le corps central d'avec la tige du corps pédonculé.

Ces deux faisceaux, qui croisent l'un et l'autre la direction de la tige du corps pédonculé, sont situés, le premier immédiatement en avant (1), le second immédiatement en arrière de celle-ci.

Union des commissures œsophagiennes avec les lobes cérébraux. — Le trou œsophagien étant chez la Guêpe très réduit, les commissures œsophagiennes sont tout à fait courtes. De plus, elles sont très volumineuses et très massives, ce qui fait qu'elles se fusionnent sans transition d'une part avec le lobe cérébral, d'autre part avec le ganglion sous-œsophagien ; aussi est-il impossible, par la simple dissection, de déterminer le point précis où elles commencent et où elles finissent. Sur les coupes, cette distinction peut mieux se faire, mais sans toutefois être bien précise, car la substance ponctuée du lobe cérébral se continue jusque dans les commissures, et de là jusque dans le ganglion sous-œsophagien.

On se rend surtout bien compte de la forme et de la struc-

(1) Fig. 13, *f*.

ture de la commissure œsophagienne en examinant celle-ci transversalement coupée, ce qui a lieu pour les sections faites suivant les plans latéraux.

Sur de telles préparations, la commissure examinée vers le milieu de sa hauteur se montre avec un contour très nettement triangulaire; l'une de ses faces est interne et en contact avec l'œsophage; les deux autres faces sont l'une antérieure et l'autre postérieure. L'angle antérieur de la coupe présente une saillie très étroite et très marquée. L'examen comparatif des coupes frontales rend compte de la signification de cette partie.

Tout le long de son bord antérieur, la commissure est garnie d'une crête saillante, surtout marquée au point de jonction de la commissure et du lobe cérébral, et qui au contraire va en bas en s'effaçant.

Les coupes menées à travers la commissure, dans un sens ou dans l'autre, nous démontrent que celle-ci est presque exclusivement formée d'une substance ponctuée se continuant, sans aucune ligne de démarcation, avec la substance ponctuée du lobe cérébral.

Dans cette substance ponctuée, qui forme la masse principale de la commissure, on trouve plusieurs faisceaux.

Pour le moment, nous en décrirons seulement deux; ils tirent l'un et l'autre leur origine des lobes cérébraux.

Le premier d'entre eux est le plus gros des faisceaux qu'on rencontre dans la commissure ; il est cylindrique et formé de fibres nettes et réfringentes.

Suivons-le de bas en haut sur des coupes frontales. Nous le voyons monter en ligne droite et pénétrer dans le lobe cérébral correspondant. Aussitôt il s'incurve fortement, se porte en dehors et en haut, puis, après avoir ainsi croisé la commissure des masses médullaires externes, il dissocie ses fibres dans la région externe et supérieure du lobe cérébral.

Le second faisceau fibreux ne peut être suivi bien loin ni dans la commissure ni dans le cerveau. Mais son trajet n'en est pas moins intéressant. Ce faisceau, en quittant la commis-

sure, se porte immédiatement en haut et en dedans; bientôt il franchit la ligne médiane en se croisant avec son congénère venu de l'autre commissure, puis il pénètre dans le lobe cérébral du côté opposé, pour y disparaître presque aussitôt.

Ainsi chaque commissure est unie par un faisceau fibreux au lobe cérébral du côté opposé.

On reconnaît aisément cette disposition sur des coupes frontales intéressant la région postérieure du cerveau.

Rapports du nerf optique avec le lobe cérébral. — Le nerf optique se compose, ainsi que nous l'avons dit plus haut, de quatre faisceaux, deux supérieurs et deux inférieurs.

Les deux faisceaux supérieurs sortent par une racine commune du bord antérieur de la masse médullaire externe. Le premier (faisceau supéro-antérieur) (1) s'enfonce dans l'angle antérieur du lobe cérébral, en se fusionnant immédiatement avec la substance ponctuée qui constitue celui-ci.

Le second (faisceau supéro-postérieur) (2) est plus nettement fibrillaire que le premier; il s'enfonce dans l'angle postérieur du lobe cérébral; il pénètre dans la substance ponctuée qui forme celui-ci; ses fibres, avant d'y disparaître, peuvent être suivies assez loin, presque jusqu'à la ligne médiane.

Les deux faisceaux optiques supérieurs sont placés sur un même niveau; ils sont compris dans les sections latérales intéressant la corne antérieure.

Nous avons dit plus haut, en décrivant le ganglion optique, comment les deux faisceaux optiques supérieurs naissent de la masse médullaire interne. Il est inutile d'y revenir maintenant.

Le faisceau optique inféro-antérieur (3) est un cordon cylindrique formé de fibres très nettes et très différenciées. Il se porte de dehors en dedans et un peu d'arrière et avant, chemine quelque temps appliqué à la face antérieure du lobe

(1) Fig. 8 et 12, *osa*.
(2) Fig. 8 et 12, *osp*.
(3) Fig. 10, *oia*.

cérébral, entre la masse de substance ponctuée qui forme celui-ci et l'écorce cellulaire qui le revêt, et enfin se jette dans un tubercule saillant (1) que présente cette face, et dont nous avons déjà sommairement signalé la présence.

Le tubercule optique est une petite masse de substance ponctuée, saillante à la surface antérieure du lobe cérébral, et rattachée seulement à celui-ci par un pédoncule court et étroit.

Le tubercule optique est situé en dessous du point d'émergence de la corne antérieure, entre celle-ci et la partie supérieure du lobe olfactif. Il est entièrement formé d'une substance ponctuée tout à fait homogène, et au sein de laquelle on ne découvre guère que quelques rares noyaux.

Le faisceau optique inféro-antérieur aborde le tubercule par sa face externe, et à peine y a-t-il pénétré qu'il disparaît; ses fibres semblent se fusionner complètement avec la substance ponctuée.

Le tubercule optique est rattaché au lobe cérébral, contre lequel il est appliqué par un pédicule grêle et très court. Celui-ci est formé de substance ponctuée; on y distingue en outre des fibres très fines, qu'on peut suivre à quelque distance dans l'intérieur du lobe cérébral.

Le tubercule optique du côté droit est réuni au tubercule optique du côté gauche directement par une puissante commissure très nettement fibreuse (2). Celle-ci, qui est horizontale dans son trajet, est immédiatement appliquée contre la face antérieure des lobes cérébraux; elle est partout cachée par l'écorce ganglionnaire qui revêt ceux-ci.

Le faisceau optique inféro-postérieur (3) est, avons-nous dit, composé de deux cordons intimement accolés, bien que parfaitement distincts quant à leur structure. Le premier, qui est très volumineux, présente un aspect fibreux seulement en

(1) Fig. 10 et 22, *to*.
(2) Fig. 10, *c*.
(3) Fig. 9, 10, 11, *oip*.

haut (1) et en bas (2); dans le reste de son épaisseur, il est formé de substance ponctuée; c'est comme une simple prolongation de la masse médullaire interne. Il s'unit au bord externe du lobe cérébral sur une étendue considérable; aussi, quand on examine, en allant de haut en bas, une série de coupes latérales, on commence à le rencontrer sur les sections, passant un peu au-dessous du corps central; il cesse seulement au niveau du commencement des commissures œsophagiennes.

La substance ponctuée, qui constitue la masse principale du cordon que nous décrivons, se fusionne immédiatement et sans transition avec la substance du lobe cérébral. Les fibres qu'on remarque à la partie supérieure de ce cordon peuvent être suivies à quelque distance dans la profondeur du lobe cérébral, où elles disparaissent d'ailleurs bientôt. Au contraire, les fibres de la partie inférieure du cordon descendent dans la commissure œsophagienne du côté correspondant, où, au bout d'un assez court trajet, j'ai perdu leurs traces.

On se rappelle que le second cordon, que j'ai désigné sous le nom de *cordon commissural* (3), est cylindrique et formé de fibres particulièrement nettes et réfringentes, qui permettent au premier moment de le distinguer de tous les autres faisceaux cérébraux; il s'enfonce dans le lobe cérébral, marche de dehors en dedans en s'enfonçant dans la substance de celui-ci, sans paraître lui céder de fibres et sans changer de volume. Il arrive à la ligne médiane pour s'unir directement avec son congénère venu du côté opposé, et établir ainsi une union directe entre les deux masses médullaires internes.

Dans son trajet à travers les lobes cérébraux, le cordon commissural marche horizontalement; il est plus raproché de leur face postérieure que de leur face antérieure. Il occupe un niveau un peu supérieur à celui sur lequel sont placés les tubercules optiques.

(1) Fig. 9, *oip*.
(2) Fig. 11, *oip*.
(3) Fig. 9, *ccm*.

Union des nerfs ocellaires avec les lobes cérébraux. — Il existe, avons-nous dit, deux nerfs ocellaires. Ils descendent verticalement des ganglions ocellaires vers les lobes cérébraux. Ils s'enfoncent dans l'épaisseur de l'écorce ganglionnaire qui revêt la face postérieure de ceux-ci, passent ainsi immédiatement en arrière de l'organe que nous décrirons plus loin sous le nom de *pont des lobes cérébraux.* Ils abordent enfin chacun la face postérieure du lobe auquel chacun d'eux correspond, et s'y enfoncent très obliquement en un point situé non loin de la ligne médiane (1). Le point d'entrée des nerfs ocellaires dans le lobe cérébral est situé sur un niveau qui répond à la partie moyenne du corps central. Sur des coupes latérales successives on peut suivre quelque temps le nerf ocellaire pour le voir ensuite pénétrer dans la substance ponctuée du lobe cérébral (2), mais on remarque qu'après un court trajet les fibres qui constituent celui-ci se dissocient et disparaissent sans qu'on puisse être autrement renseigné sur leur destinée dernière.

Le pont des lobes cérébraux (3). — Avant d'arriver à la description de l'écorce ganglionnaire des lobes cérébraux, il nous reste encore à décrire un organe singulier qui fait partie intégrante de ceux-ci et que je distinguerai sous le nom de *pont des lobes cérébraux.*

De la partie supérieure et postérieure de chaque lobe cérébral s'élève verticalement une sorte de pilier saillant qu'une coupe latérale nous montre transversalement sectionné (4). Celui-ci, après un court trajet vertical, s'incurve en dedans et va sur la ligne médiane se souder avec son congénère venu de l'autre côté. Ainsi les deux lobes cérébraux sont unis l'un

(1) Fig. 18 et 19, *noc.*

(2) Fig. 7, *noc.*

(3) Cette partie, qui n'a été signalée par aucun de mes devanciers, me paraît très constante ; je l'ai retrouvée non seulement chez les Hyménoptères que j'ai étudiés, mais encore chez plusieurs Diptères, Orthoptères, Névroptères et Coléoptères.

(4) Fig. 5, *plc.*

à l'autre par une sorte de pont formé de deux piliers verticaux réunis à leur extrémité supérieure par une travée horizontale (1).

Le pont est entièrement formé par une substance ponctuée très fine, très homogène et au sein de laquelle on ne peut découvrir aucun trajet de fibres. Il est entièrement plongé au milieu du puissant amas de cellules ganglionnaires qu'on trouve à la partie supérieure et postérieure des lobes cérébraux et que nous décrirons un peu plus loin. Comme rapport intéressant à noter, disons que les nerfs ocellaires passent immédiatement en arrière de la partie horizontale du pont.

Écorce ganglionnaire des lobes cérébraux. — Presque toute la surface libre des lobes cérébraux est revêtue par des cellules ganglionnaires qui lui constituent ainsi une sorte d'écorce. Afin de mettre un peu d'ordre dans nos descriptions, nous examinerons successivement les faces supérieure, inférieure, antérieure, postérieure et externe des lobes cérébraux.

Face supérieure. — La face supérieure des lobes cérébraux étant entièrement recouverte par les calices, ne peut présenter d'écorce ganglionnaire proprement dite. Pourtant, dans le sillon qui sépare le calice interne du calice externe et que nous avons désigné sous le nom de scissure du corps pédonculé, on trouve un certain nombre de cellules ganglionnaires d'une grande taille (2) ; je n'ai pu suivre leurs prolongements avec assez de certitude pour être affirmatif, pourtant il me semble probable que ceux-ci vont se mêler avec les fibres qui naissent des deux calices et qui parcourent la scissure d'arrière en avant.

La *face inférieure* des lobes cérébraux est en rapport avec l'œsophage et est limitée à droite et à gauche par les commis-

(1) Cette travée est sectionnée transversalement dans les coupes sagittales (fig. 18, 19, 20, *plc*) et longitudinalement dans les coupes latérales et frontales (fig. 3, 4, 14, *plc*).

(2) Fig. 13, 14, *a* et fig. 15 et 16, *b*.

sures ; elle n'a qu'une étendue très restreinte et n'est recouverte par aucune écorce ganglionnaire.

Face antérieure. — Afin de faciliter les descriptions, nous diviserons la face antérieure en deux régions, une supérieure et une inférieure. La région supérieure est limitée en haut par le bord inférieur des calices, en bas par la commissure transversale des tubercules optiques. La région inférieure s'étend depuis cette commissure jusqu'au point où le pédoncule des lobes olfactifs s'unit à la commissure.

Les cellules ganglionnaires qui recouvrent la région supérieure restent de dimension très moyenne et forment seulement une mince couche entre la substance du lobe cérébral et le névrilemme (1). Pourtant tout à fait en haut, dans le sillon médian, qui à ce niveau supérieur est très profond, elles atteignent des dimensious assez considérables (2).

La région inférieure, qui est complètement recouverte par le lobe olfactif ainsi que nous le verrons en étudiant le deutocerebron, est revêtue seulement par une couche très mince de petites cellules ganglionnaires (3). Pourtant en un point qui répond à l'angle formé par le pédicule du lobe olfactif et la commissure correspondante, elles deviennent volumineuses et se groupent en un assez gros lobule (4). Le paquet fibreux émis par celui-ci s'enfonce verticalement dans la substance du lobe cérébral et peut, sur des coupes sagittales, être suivi jusqu'au voisinage de l'extrémité inférieure de la tige du corps pédonculé.

La *face postérieure* peut, pour la commodité de l'étude de l'écorce ganglionnaire, être divisée en deux régions, une région supérieure et une inférieure. La région supérieure s'étend en bas jusqu'à la commissure supéro-postérieure des lobes cérébraux, elle est limitée latéralement par la tige du

(1) Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, *d* et *d'*, et fig. 15, 16, 17, 18, 19, 20, *c*.
(2) Fig. 3, 4, 5, *d*.
(3) Fig. 11, *d*.
(4) Fig. 16, *c'*.

corps pédonculé; en avant par la protubérance cérébrale. Cette région représente ainsi un vaste sillon ouvert en haut et en arrière. Ce sillon est rempli par de nombreuses cellules ganglionnaires; ces éléments, qui en certains points atteignent des dimensions considérables, sont groupés en lobules bien distincts.

C'est au milieu de cette accumulation d'éléments cellulaires (1) que s'enfoncent les nerfs ocellaires, c'est dans son sein même qu'est caché l'organe que nous avons décrit précédemment sous le nom de pont des lobes cérébraux.

Pour bien comprendre la destinée des divers paquets fibreux émis par les lobules que forment les cellules ganglionnaires, examinons d'abord une coupe latérale passant par la partie horizontale du pont des lobes cérébraux.

Sur une telle section (2), en avant du pont des lobes cérébraux nous trouvons un certain nombre de très grosses cellules ganglionnaires; les prolongements que celles-ci émettent, se portent en avant et vont pénétrer dans la face postérieure des protubérances cérébrales.

L'extrémité externe de la partie horizontale du pont des lobes cérébraux est entourée d'un groupe de cellules de dimensions moyennes qui lui envoient leurs prolongements. Ceux-ci se perdent immédiatement dans la substance du pont.

Plus en dehors nous trouvons un gros lobule formé de grandes cellules, le paquet de fibres auxquelles celles-ci donnent naissance se porte en avant, contourne la face interne de la tige du corps pédonculé et va se jeter dans la protubérance cérébrale du côté correspondant.

Plus en dehors encore on trouve un autre lobule formé aussi de grands éléments; les prolongements auxquels ceux-ci donnent naissance vont se jeter dans la face postérieure de la tige du corps pédonculé du côté correspondant.

(1) Fig, 3, 4, 5, 6, *b*.
(2) Fig. 3 et 4.

En arrière du pont des lobes cérébraux, on trouve un lobule formé de petites cellules ganglionnaires. Le paquet fibreux auquel celles-ci donnent naissance se porte directement en avant, passe sous le pont et va se jeter dans la protubérance cérébrale du côté correspondant.

Les coupes sagittales nous montrent que vers le même niveau on trouve encore non loin de la ligne médiane un petit lobule formé de grandes cellules ; le paquet fibreux émis par celles-ci s'enfonce verticalement dans le lobe cérébral, puis va gagner le lobe olfactif du côté correspondant (1).

Sur des coupes sagittales on découvre encore, vers ce même niveau, un groupe de cellules dont les prolongements se portent en haut et vont gagner la scissure du corps pédonculé et se mêler aux fibres qu'on trouve dans ce sillon (2).

Si nous examinons une coupe latérale (3) pratiquée plus bas que celle que nous avons décrite tout à l'heure, nous remarquons que les cellules qui occupent les parties voisines de la ligne médiane envoient leurs prolongements au corps central ; tandis que celles qui occupent les parties latérales envoient leurs prolongements à la surface postérieure des lobes cérébraux.

La région inférieure de la face postérieure des lobes cérébraux commence en haut au niveau de la commissure supéro-postérieure des lobes cérébraux et s'étend en bas jusqu'à la naissance des commissures œsophagiennes (4).

Dans cette région le revêtement cellulaire est sur les parties latérales partout très minces, sur la ligne médiane et au voisinage de celle-ci, il fait même complètement défaut.

La *face externe* des lobes cérébraux donnant naissance au nerf optique n'est libre que sur une faible étendue. La partie libre de la face externe est limitée en bas par le nerf optique, en haut par le bord externe du calice externe. Elle est revêtue

(1) Fig. 18, *h*.
(2) Fig. 16, *e*.
(3) Fig. 5, *b*.
(4) Fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11, *b*.

par de grosses cellules ganglionnaires formant une couche épaisse. Les prolongements auxquels celles-ci donnent naissance, vont se jeter dans la partie latérale externe de la protubérance cérébrale correspondante (1).

DEUTOCEREBRON

Le deutocerebron est formé par les deux lobes olfactifs.

Quand après dissection on examine la face antérieure du cerebron, on reconnaît de chaque côté le lobe olfactif (2). C'est un mamelon conique, recevant en dehors le nerf antennaire et s'attachant en arrière à la commissure œsophagienne du côté correspondant.

Mais c'est une coupe sagittale qui est surtout propre à nous renseigner sur la forme générale et les rapports du lobe olfactif. Sur une telle préparation on remarque que ce lobe olfactif a la forme d'une masse globuleuse aplatie en arrière. Un pédicule réunit la face aplatie du lobe olfactif à la commissure œsophagienne du côté correspondant (3).

Le pédicule s'insère à la partie inférieure du lobe olfactif, dont la masse est rejetée en haut de manière à masquer la moitié inférieure de la face antérieure du lobe cérébral.

Le lobe olfactif a une structure très remarquable et tout à fait caractéristique. Une coupe nous montre qu'il est formé vers son centre par de la substance ponctuée à trame assez lâche et ne renfermant aucun noyau ; vers la périphérie, ce tissu présente une texture plus serrée. La couche corticale du lobe est formée par une assise de *glomérules olfactifs*.

Chaque glomérule se présente comme une sphère assez régulière, parfaitement limitée et formée d'une substance ponctuée extrêmement fine et homogène, ne renfermant aucun noyau. Chaque glomérule est relié à la masse centrale du

(1) Fig. 5, 6, *f* et fig. 13, 14, *c*.
(2) Fig. 22, *lo*.
(3) Fig. 15 et 16, *plo*.

lobe olfactif par un pédicule court également formé de substance ponctuée.

Les glomérules paraissent donc être simplement des points où la substance ponctuée du lobe a pris une texture particulièrement fine et serrée; ajoutons que ces parties se colorent très fortement par l'acide osmique.

Pour achever de donner une idée générale de l'aspect du lobe olfactif, ajoutons qu'en bas il est creusé par un sillon antéro-postérieur assez profond.

Revêtement ganglionnaire du lobe olfactif. — La face externe du lobe olfactif est recouverte par une couche très épaisse de cellules ganglionnaires très petites, à protoplasma extrêmement réduit et rappelant tout à fait par leur aspect les éléments qui constituent le revêtement des calices (1). Les prolongements qui naissent des cellules ganglionnaires que nous décrivons se groupent par paquets qui s'insinuent entre les glomérules olfactifs et atteignent ainsi la substance centrale du lobe dans laquelle ils pénètrent pour y disparaître aussitôt.

Dans d'autres points encore à la surface du lobe olfactif on trouve quelques petits groupes d'éléments semblables à ceux que nous venons de décrire, mais partout ailleurs les glomérules sont directement recouverts par le névrilemme.

Nerf antennaire. — Le nerf antennaire (2) se compose de deux faisceaux, l'un externe et l'autre interne, qui se séparent complètement l'un de l'autre en arrivant au voisinage du lobe olfactif.

L'externe ne pénètre pas dans le lobe olfactif, mais longe la face externe de celui-ci et va se jeter directement dans la commissure œsophagienne, un peu au-dessous et en dehors du point d'insertion du pédicule du lobe olfactif. Sur

(1) Fig. 13 et 14, *na*. Ces figures ne montrent pas la division du nerf antennaire en deux faisceaux.

(2) Fig. 13 et 14, *e*.

des coupes sagittales, j'ai observé que ce faisceau, une fois qu'il avait pénétré dans la commissure, se dirigeait en bas, mais il m'a été impossible de le suivre bien loin.

Le faisceau interne, un peu plus petit que l'externe, aborde le lobe olfactif par sa partie inférieure, puis se divise immédiatement en trois ou quatre faisceaux qui s'insinuent entre les glomérules olfactifs pour disparaître dans la substance centrale du lobe.

Pédicule du lobe olfactif. — Le pédicule du lobe olfactif (1) est un tractus de substance ponctuée unissant la substance centrale du lobe olfactif avec la substance ponctuée qui forme la masse principale de la commissure œsophagienne.

Bien que le pédicule soit principalement formé de substance ponctuée, on y trouve pourtant un certain nombre de fibres qui se perdent bientôt dans la commissure. On y trouve aussi un faisceau fibreux qui est destiné à unir le lobe olfactif avec le protocerebron.

Le faisceau en question paraît prendre naissance dans la substance ponctuée centrale du lobe olfactif, il passe dans l'intérieur du pédicule, arrivé dans la commissure il se porte directement en haut en cheminant non loin de la face interne de celle-ci. Il arrive ainsi dans le lobe cérébral du côté correspondant, et ainsi qu'on le voit bien sur des coupes frontales, se porte vers l'angle inférieur du corps central; une partie de ses fibres (2) pénètrent dans celui-ci, une autre partie (3) passent en arrière du corps central et vont se terminer dans un petit lobule de cellules ganglionnaires qu'on trouve à la partie supérieure de la face postérieure des lobes cérébraux, non loin de la ligne médiane.

Durant son trajet dans l'intérieur du lobe cérébral et avant d'arriver au corps central, le faisceau que nous décrivons

(1) Fig. 13, 14, 15, 16, *plo*.
(2) Fig. 13, *g*.
(3) Fig. 14, *i* et 18, *h*.

donne naissance à un faisceau secondaire qui chemine en allant de haut en bas et de dedans en dehors dans la substance du lobe cérébral, il se dirige vers l'extrémité de la tige du corps pédonculé; mais il m'a été impossible de le suivre jusque-là.

Avant de clore le chapitre consacré à la description du lobe olfactif, il me reste encore à dire un mot de l'aspect qu'à son niveau présente la commissure œsophagienne. Si nous pratiquons une coupe latérale passant par le point d'entrée du faisceau externe du nerf antennaire dans la commissure, nous observons à la surface de celle-ci deux lobules de cellules ganglionnaires ; l'un est appliqué contre la face externe, l'autre contre la face interne. Les paquets fibreux auxquels ces lobules donnent naissance se perdent dans la substance ponctuée de la commissure. Si une coupe latérale est pratiquée à un niveau supérieur et passe par le pédicule du lobe olfactif, nous remarquons que le lobule ganglionnaire externe a cessé ; mais le lobule interne se montre encore, bien que réduit. Il se trouve à cette hauteur logé dans le sillon que nous avons signalé à la surface de la commissure.

TRITOCEREBRON

Cette troisième région du cerveau si bien limitée et si parfaitement caractérisée chez certains Insectes (les Orthoptères), ainsi que je le ferai connaître dans un prochain travail, est chez la Guêpe complètement confondue avec la commissure œsophagienne, si peu distincte elle-même.

Chez la Guêpe, je n'ai pu, même confusément, tracer les limites du tritocerebron. Le point d'émergence du tronc commun du nerf du labre et du stomatogastrique nous indique seul la partie des centres nerveux qui répond au tritocerebron.

Le tronc nerveux (1) dont nous venons de parler, ainsi que

(1) Fig. 15, *nl*.

le montre une coupe sagittale, paraît naître de la commissure même, un peu au-dessous du pédicule du lobe olfactif. J'ai pu suivre ses fibres dans l'intérieur de la commissure, je les ai vues se diriger en bas et j'ai pu conduire quelques-unes d'entre elles presque jusqu'au ganglion sous-œsophagien.

Peut-être doit-on considérer comme appartenant en tout ou en partie au tritocerebron les cellules nerveuses qui recouvrent la commissure œsophagienne?

La Guêpe est un type éminemment défavorable à l'étude du tritocerebron ; d'autres Insectes au contraire (les Orthoptères en particulier) m'ont permis d'acquérir sur cette intéressante région des données qui me paraissent avoir une réelle importance morphologique ; et, bien qu'il me faille sortir pou - un instant du cadre restreint que je me suis tracé, je crois intéressant d'en donner dès aujourd'hui un aperçu sommaire.

Les vues morphologiques que j'ai exposées au début de ce travail nous conduisent à penser que le cerveau des Insectes représente, comme celui des Décapodes, trois paires de ganglions primordiaux. S'il en est ainsi, nous devons retrouver des commissures fibreuses transversales, unissant les deux moitiés du protocerebron, les deux moitiés du deutocerebron, les deux moitiés du tritocerebron.

Pour les deux premières régions du cerveau, la constatation de la présence des commissures cérébrales est chose aisée. Mais l'étude du cerveau *isolé du reste de la chaîne ganglionnaire* nous montre les deux moitiés du tritocerebron séparées l'une de l'autre, et cela aussi clairement chez les Insectes que chez les Crustacés.

Il existe pourtant une commissure unissant les deux moitiés du tritocerebron, c'est la partie qu'on désigne chez les Insectes et chez les Crustacés sous le nom de *commissure transverse de l'anneau œsophagien*.

La commissure transverse qui, chez les Crustacés et chez les Insectes, est toujours *sous-œsophagienne*, n'est autre chose qu'un cordon fibreux chargé d'unir les deux moitiés du tritocerebron.

Ainsi tandis que les deux moitiés du tritocerebron sont *sus-œsophagiennes*, la commissure transversale qui unit ces deux moitiés est *sous-œsophagienne*.

HISTORIQUE

TRAVAUX RELATIFS A LA STRUCTURE DU CERVEAU DES INSECTES

Dujardin (1850), étudiant le cerveau des Hyménoptères (Abeille, Bourdon, Sphex, Fourmi, etc.) par transparence, et aussi à l'aide de la dissection, reconnut chez ces animaux la présence du corps pédonculé ; il parvint à isoler cet organe et en donna une description très exacte, supérieure même à celle que nous devons aux auteurs qui l'ont immédiatement suivi. Dujardin donne des calices (qu'il appelle *lobes à circonvolutions* ou *disques radiés*) du pédoncule, de la corne antérieure (*tubercule extérieur*), de la poutre (*tubercule interne*) une description et une figure (fig. 4) qui, au point de vue de la forme générale des parties, est tout à fait exacte.

Dujardin a aussi entrevu les glomérules constitutifs du lobe olfactif, mais ne s'est pas rendu compte de leur forme réelle. Au point de vue de la structure des tissus qui entrent dans la composition du corps pédonculé et du reste du cerveau, cet auteur ne nous fournit aucun renseignement utile.

Toutefois il signale sous le nom de « globules » les éléments cellulaires qui revêtent les gobelets.

Dujardin n'a pas limité ces recherches aux Hyménoptères, il a aussi étudié les représentants d'autres ordres. Il signale la réduction considérable du corps pédonculé chez le Hanneton et chez le Criquet. Il a vainement cherché un représentant de cet organe chez les Névroptères et chez les Diptères.

M. *Leydig* (2) (1864) a étudié par transparence, après éclair-

(1) Dujardin, *Mémoire sur le système nerveux des Insectes* (*Ann. sc. nat.*, 3e série, t. XIV, p. 195 et suiv., pl. IV).

(2) Leydig, *Vom Bau des thierischen Korpers*, p. 232 et suiv., et *Tafeln zur vergleichenden Anatomie*, pl. VIII, fig. 3, 4, 5.

cissement des tissus par la potasse, le cerveau d'un certain nombre d'Hyménoptères (Abeille, Bourdon, Guêpe, Fourmi). Il a vu beaucoup mieux que Dujardin l'aspect microscopique des lobes olfactifs, il a très exactement figuré l'apparence d'œuf segmenté que leur donnent les glomérules qui les composent. Mais il s'est mépris complètement sur la signification de ces glomérules, puisqu'il les considère comme des cellules ganglionnaires dépourvues d'enveloppe recevant les fibres du nerf antennaire. Cette erreur provient de ce que M. Leydig avait cru constater au centre de chaque glomérule la présence d'un noyau.

M. Leydig décrit exactement les éléments cellulaires qui revêtent les calices (détail sur lequel Dujardin s'était mépris) et décrit chez la Fourmi la division du pédoncule en deux branches supérieures destinées chacune à l'un des gobelets. Mais sur tous les autres points de l'anatomie des corps pédonculés, M. Leydig, loin de rien ajouter à ce qu'avait décrit le naturaliste français, commet une erreur d'interprétation dans laquelle celui-ci n'était pas tombé. M. Leydig voit par transparence (pl. VIII, fig. 3 et 4) la coupe optique de la corne antérieure se présenter comme un cercle tranchant par sa réfringence sur les parties voisines des lobes cérébraux; il croit avoir sous les yeux l'image d'un *gigantesque nucleus* (*ein riesiger Nucleus*). Autour de ce prétendu noyau (1) il aperçoit une zone plus sombre ; cette zone, qui n'est autre que la coupe optique de la couche corticale de la corne antérieure, est prise par l'auteur allemand pour une couche protoplasmique revêtant ce noyau géant.

Si M. Leydig a commis les erreurs que je viens de signaler, et qui sont bien excusables, étant donnée l'imperfection des méthodes dont on disposait alors ; en revanche il a découvert chez la Fourmi un organe important qui avait complètement

(1) Je dois le dire, il est assez difficile de saisir la pensée exacte de M. Leydig. Voit-il dans le corps en question un vrai noyau de cellule, ou fait-il seulement une comparaison? C'est ce que son texte un peu obscur ne me permet pas de décider.

échappé à Dujardin, je veux parler du *corps central*. Toutefois M. Leydig ne put découvrir cette formation que chez ce seul Hyménoptère et sans d'ailleurs se rendre un compte précis ni de sa forme, ni de ses rapports.

Après s'être occupé du cerveau des Hyménoptères (1), M. Leydig aborde la description du cerveau du Dytique (*Dyticus marginalis*) et donne de cet organe un dessin à grande échelle. Les recherches du savant anatomiste démontrent que le cerveau du Dytique a une forme tout à fait différente de celui des Hyménoptères, et qu'il ne paraît rien présenter qui puisse, à première vue, être comparé aux corps pédonculés. M. Leydig remarque que les lobes cérébraux sont revêtus par une épaisse couche de cellules ganglionnaires groupées en lobules bien distincts. Ces lobules, qui les uns ne renferment que de gros éléments, tandis que les autres n'en renferment que des petits, envoient chacun un paquet fibreux qui pénètre dans la substance du lobe cérébral.

M. Leydig découvre les commissures cérébrales, il figure très nettement l'une de celles qui unissent les deux lobes cérébraux. Il décrit également une commissure transversale occupant la face inférieure du cerveau et unissant les deux commissures œsophagiennes. Il observe également le corps central, qu'il nomme *centrales Knoten*, et dessine exactement son contour.

A propos du Dytique M. Leydig parle encore d'un *nucleus géant* qui occuperait le centre de chaque lobe cérébral ; mais l'auteur n'entrant dans aucun détail et ne figurant pas ce « noyau », il nous est impossible de savoir ce qu'il a eu réellement sous les yeux.

M. *A. Forel* (2) (1874) a étudié par les mêmes procédés que M. Leydig la structure du cerveau de la Fourmi, mais il n'a rien ajouté d'essentiel aux découvertes de l'anatomiste allemand.

(1) Leydig, *Vom Bau*, p. 238, et *Tafeln*, pl. IX, fig. 1.

(2) Forel, *les Fourmis de la Suisse*, Bâle, Genève, Lyon, 1874.

M. *Rabl-Rückhard* (1) (1875) a étudié par les mêmes méthodes que M. Leydig le cerveau de la Fourmi (*Camponotus ligniperdus*) ; il a donné de cet organe des représentations bien supérieures à celles de M. Leydig. M. Rabl-Rückhard a, à mon avis, vu et décrit aussi bien que possible tout ce qui peut s'observer sans le secours des coupes. Il a décrit parfaitement la forme des calices, c'est là un progrès très notable, les observations de Dujardin et de M. Leydig étant sur ce point fort incomplètes. M. Rabl-Rückhard, s'aidant non seulement de l'observation par transparence, mais encore de la dissection, corrige les fautes commises par M. Leydig à propos du pédoncule, et explique les erreurs d'observation qui ont conduit celui-ci à admettre la présence d'un *noyau géant* dans chaque lobe cérébral ; il montre que ce prétendu noyau n'est autre chose que le tubercule extérieur de Dujardin. Le travail de M. Rabl-Rückhard confirme en tous points l'exactitude des observations du savant français.

L'auteur des recherches dont nous rendons compte aborde un point du sujet qui a un haut intérêt physiologique. Quelles modifications sont apportées à la structure du cerveau par l'atrophie des ocelles ou des yeux composés ?

M. Rabl-Rückhard constate que chez la Fourmi noire qui est privée d'ocelles, les corps pédonculés sont aussi développés que chez les espèces qui possèdent ces organes. Il étudie au même point de vue une Fourmi africaine (*Typhlopone*) complètement aveugle, c'est-à-dire privée à la fois d'ocelles et d'yeux composés. Il constate que chez cette espèce, les ganglions optiques font complètement défaut, tandis que les corps pédonculés conservent la même forme et les mêmes dimensions que chez les espèces voyantes.

M. *Dietl* (2) (1876) a publié un travail qui marque une période importante dans l'histoire de la question qui nous

(1) Rabl-Rückhard, *Stüdien über Insectengehirne* (*Archiv. f. Anat. Physiol. und Wiss. Medicin*, 1875, p. 480, 499, pl. XIV).

(2) Dietl, *Die Organisation des Arthropoden Gehirns* (*Zeits. f. Wiss. Zool* t. XXVIII, p. 489, pl. XXXVI-XXXVIII).

occupe; il été le premier à appliquer à l'étude du cerveau des Insectes les ressources de la technique moderne. Au lieu de se contenter, comme ses prédécesseurs, d'observer seulement par transparence, il fit durcir le cerveau par l'acide osmique, y pratiqua ensuite des coupes dans différentes directions et donna de ses préparations des descriptions claires et des dessins exacts.

M. Dietl s'occupe d'abord du cerveau de l'Abeille. Il fait justice de la théorie du *noyau géant* de Leydig pour démontrer l'exactitude des observations de Dujardin sur la forme des corps pédonculés. Comme l'a décrit et figuré le savant français, l'extrémité inférieure de la tige du pédoncule se divise bien en deux branches : la poutre, qui se porte vers la ligne médiane, et la corne antérieure, qui gagne la surface antérieure du cerveau pour venir se terminer immédiatement au-dessous du névrilemme. M. Dietl confirme les observations de M. Rabl-Rückhard touchant la forme précise des gobelets. Il étudie la structure du pédoncule plus soigneusement qu'on ne l'avait encore pu faire, il remarque que cette partie se colore par l'acide osmique bien plus fortement que les lobes cérébraux; il pense s'être assuré que dans le pédoncule les branches venues des gobelets ne sont pas fusionnées, mais qu'elles sont simplement accolées, pour se séparer ensuite, l'interne formant la poutre, l'externe la corne antérieure. Je dois dire que je ne me suis pas encore convaincu de l'exactitude de cette manière de voir.

Dans les coupes qu'il dessine, M. Dietl figure exactement l'aspect général du lobe cérébral, mais il n'essaye même pas de débrouiller un seul des nombreux trajets fibreux qu'on y rencontre.

Le corps central avait été à peine entrevu par Leydig chez la Fourmi et le Dytique. M. Dietl retrouve cette formation chez l'Abeille et la nomme « corps en éventail » (*fächen förmige Gebilde*); il détermine bien exactement sa forme générale et donne sur sa structure des détails intéressants. Il montre que le corps central est formé de feuillets rayonnants,

fortement colorables par l'acide osmique, alternant avec des feuillets plus clairs qu'il considère comme étant de nature conjonctive (?).

M. Dietl a reconnu et bien décrit l'atmosphère fibreuse qui entoure le corps central.

Il a reconnu que les lobes cérébraux sont entièrement revêtus de cellules nerveuses; il remarque que celles-ci sont plus volumineuses sur la ligne médiane au niveau du corps central.

En ce qui concerne la connaissance du lobe olfactif, le travail de M. Dietl marque un grand progrès. Il montre que le lobe olfactif est formé au centre par une substance ponctuée, à mailles larges, qui, à la périphérie, devient plus serrée et forme là des amas en forme de sphères (glomérules olfactifs) qui donnent à l'ensemble du lobe l'aspect d'un œuf segmenté. Il redresse ainsi l'erreur de M. Leydig qui avait pris ces glomérules pour de grandes cellules ganglionnaires. M. Dietl signale les cellules nerveuses qui revêtent le lobe olfactif et remarque la présence d'un paquet fibreux qui, partant de celui-ci, se rend au lobe central correspondant.

M. Dietl étudie ensuite deux espèces d'Orthoptères (*Acheta campestris* et *Gryllotalpa vulgaris*). Il reconnaît que ces Insectes possèdent un cerveau constitué d'une manière presque semblable à ce qui s'observe chez l'Abeille, mais qu'il en diffère pourtant par quelques points importants; ici les calices sont sensiblement réduits, et la direction de la corne antérieure et de la poutre est assez différente.

Au-dessous du lobe olfactif, M. Dietl découvre un renflement de substance ponctuée, d'où naissent des fibres très fines et fortement colorables par l'acide osmique; elles se groupent en un gros faisceau, qui s'unit à la commissure sans se mélanger aux fibres de celles-ci, pour se diriger avec elles vers le ganglion sous-œsophagien (c'est notre tritocerebron).

M. Dietl a aussi examiné le cerveau d'un Coléoptère (*Carabus violaceus*), il n'a rien pu y découvrir qui ressemble aux calices (en réalité, ces calices existent chez les Coléoptères, mais sont extrêmement réduits, bien difficilement reconnais-

sables si l'on n'a point étudié les types de transition). En revanche, M. Dietl observe que sur une coupe frontale du lobe cérébral on aperçoit une partie ressemblant à la section de la corne antérieure.

M. *Flögel* (1) (1878) a publié un travail des plus intéressants. Dans la première partie de celui-ci, il s'attache à donner une description détaillée du cerveau de la Blatte (*Periplanata orientalis*). Dans la seconde, il étudie comparativement le même organe dans un très grand nombre d'espèces réparties dans les principaux ordres.

Il est bien regrettable que le beau travail de M. Flögel soit accompagné de figures aussi mauvaises; à part deux ou trois au plus, elles sont absolument illisibles. Aussi la lecture du texte devient-elle vraiment difficile pour les personnes qui ne sont pas déjà au courant de la topographie cérébrale des Insectes.

La Blatte, qu'étudie d'abord M. Flögel, ne diffère par rien de vraiment essentiel de ce que M. Dietl a observé chez d'autres Orthoptères; aussi, en ce qui concerne cet animal, l'auteur n'ajoute-il rien de bien important à ce que nous connaissions déjà.

Pas plus que M. Dietl, il ne se fait une idée exacte du lobe cérébral; il réunit les diverses régions de celui-ci sous le nom de « fibres enveloppantes » et désigne sous le nom de « charpente » l'ensemble formé par le corps central et les corps pédonculés. Malgré cela, M. Flögel parvient à débrouiller, dans le lobe cérébral, quelques trajets fibreux. Ainsi il mentionne un faisceau qui, partant du voisinage du corps central, se porte en bas pour aller se jeter dans le lobe olfactif correspondant. L'auteur signale encore, dans le lobe cérébral, un trajet fibreux très important : « J'ai dit tout à l'heure qu'on ne peut observer de croisements de fibres dans le cerveau des

(1) Flögel, *Ueber den einheitlichen Bau des Gehirns in der verschiedenen Insecten Ordungen* (*Zeits. f. Wiss. Zool.*, t. XXX, supplément, p. 556-592, pl. XXIII-XXIV).

Arthropodes, cependant je viens de trouver un cerveau de Blatte dont les coupes fines démontrent très bien cet entre-croisement. De cellules situées sur la face antérieure du cerveau, immédiatement au-dessous des calices, naissent deux faisceaux; ils se portent en bas, se croisent sur la ligne médiane, et s'enfoncent chacun dans la moitié opposée du cerveau, pour ensuite probablement pénétrer dans les commissures. »

M. Flögel a découvert, en arrière du corps central, deux petites masses de substance ponctuée, situées l'une au-dessus de l'autre (?); il nomme la première *tubercule dorsal* et la seconde *tubercule basal*.

L'auteur du travail dont nous rendons compte attire l'attention sur le mode d'union des poutres sur la ligne médiane. Cette union ou *suture des poutres* (Balkennaht) présente d'un type à l'autre des différences assez grandes. Ainsi elles peuvent être assez écartées l'une de l'autre, ou bien entrer en contact par une large surface, ou encore seulement se toucher seulement par une pointe.

M. Flögel prenant pour base de ses recherches le cerveau de la Blatte, étudie ensuite cet organe dans les principaux ordres; il commence par les Hyménoptères. Entre autres, il décrit le cerveau de la Guêpe et s'étonne à bien juste titre de voir cet animal, au point de vue de la structure cérébrale, s'écarter de l'Abeille ou de la Fourmi beaucoup plus que ces mêmes insectes ne s'écartent de la Blatte.

Comme la Guêpe nous intéresse particulièrement et mérite, du moins dans l'état actuel de la science, de représenter un type de structure cérébrale tout à fait à part, je traduis textuellement la courte description de M. Flögel, qui n'est d'ailleurs accompagnée d'aucune figure.

« Chez la Guêpe (*Vespa vulgaris*) comme chez le Frelon (*V. Crabro*), les quatre calices sont colossalement développés et présentent beaucoup de lobes saillants dans leur cavité interne. Les cellules qui les remplissent n'en sont pas moins très petites et incalculablement nombreuses; les calices

ont une double paroi. La paire de calices de chaque hémisphère possède une base immense d'une structure fibreuse très compliquée, que je considère pour l'instant comme le développement gigantesque de la tige et de l'entrelacement des branches. Intérieurement, la base diminue très rapidement; près de l'extrémité effilée (externe) du corps central elle ne mesure que le quart de sa grosseur primitive, et s'effile même coniquement sans atteindre la ligne médiane sous forme de poutre. Mais, en revanche, ce point émet une fine trame fibrillaire se dirigeant en avant et que je considère comme la corne antérieure; mais cette corne n'est pas constituée d'une substance comme celle que j'ai décrite chez la Blatte, la Fourmi ou l'Abeille, elle se présente sous la forme d'un cylindre qui, sur une coupe transversale, paraît être constituée d'une masse de fibres assez volumineuses, ayant en moyenne 70 millièmes de millimètre de diamètre. Plus loin, en avant, à ces fibres se mêlent beaucoup de noyaux cellulaires, ainsi la corne s'unit avec les cellules ganglionnaires qui revêtent la face antérieure du cerveau.

« Le corps central ne présente rien de particulier, il est voûté comme chez la Fourmi, étendu notablement même dans la direction sagittale. Les lobes olfactifs et les corpuscules olfactifs ne sont pas différents de ceux des autres Hyménoptères étudiés. Les poutres et leur suture paraissent manquer absolument chez la Guêpe. »

Après les Hyménoptères, M. Flögel étudie successivement les Orthoptères, les Coléoptères, les Névroptères, les Diptères et les Hémiptères. Le tableau suivant, que j'emprunte à M. Flögel, indique, mieux que je ne pourrais le faire, les résultats auxquels l'ont conduit ces recherches comparatives.

TABLEAU SYNOPTIQUE

- **Les quatre calices sont complètement développés (paroi, cavité et cellules).**
  - Corne antérieure et poutre atrophiée; calice offrant le plus haut degré de perfectionnement et une taille gigantesque .... *Vespa.*
  - La corne antérieure est un bâton cylindrique épais qui ....
    - se porte horizontalement en avant. Calices très gros avec un bourrelet marginal ....
      - Les poutres sont terminées en pointe et se touchent seulement par leur extrémité. *Apis.*
      - Les poutres s'unissent étroitement par une large surface .... *Formica* (*Pompilius*, *Ichneumonidæ*).
    - s'infléchit en avant et se porte en haut. Calices à bords simples, poutres s'unissant étroitement l'une à l'autre par une large surface .... *Blatta.*
  - La corne antérieure est une formation très compliquée et ramifiée. Les calices sont très petits, mais reconnaissables; la suture des poutres est très écartée .... *Cossus* (*Sphex*, *Vanessa*).
- **Les quatre calices sont incomplètement développés.**
  - Leur paroi et les cellules s'atrophient à tel point que le tout peut à peine être reconnu. Poutre et corne antérieure comme chez l'Abeille .... *Tenthredo*, *Cynips.*
  - Les deux calices se soudent en un seul, mais la substance de leur paroi reste encore reconnaissable ....
    - Substance de la paroi réduite à deux petits tubercules, corne antérieure compliquée; suture des poutres écartées .... *Plusieurs petits Lépidoptères.*
    - La substance de la paroi constitue une plaque élargie, corne antérieure compliquée, suture des poutres comme chez la Fourmi .... *Forficule* (*Acridium*, etc.).
  - La substance de leur paroi s'atrophie complètement, les cellules des calices persistent seules ....
    - Les cellules des calices disposées en quatre groupes visibles sur la surface supérieure et postérieure du cerveau. Corne antérieure simple et cylindrique .... *Dytiscus.*
    - Cellules des calices ne constituant qu'un seul groupe dans chaque hémisphère ....
      - Tranchant par leur petitesse sur les cellules voisines ... *Æschna.*
      - A peine différentes des cellules voisines .... *Tabanus.*
- **Les quatre calices ne sont pas reconnaissables même comme rudiments** .... *Hémiptères.*

Les recherches de M. Flögel, à cause du nombre considérable d'espèces sur lesquelles elles ont porté, nous donnent encore des renseignements précieux sur certains organes dont il n'est point fait mention dans le tableau précédent. Elles nous montrent que le corps central existe chez tous les Insectes adultes étudiés, mais qu'il paraît faire défaut chez les larves de Lépidoptères, bien qu'on le rencontre chez les larves d'Hyménoptères.

J'ajouterai encore que, chez les animaux qui paraissent dépourvus d'odorat, comme les Névroptères, M. Flögel n'a rien trouvé qui rappelle les lobes olfactifs (il n'en est point tout à fait ainsi ; j'ai trouvé chez ces animaux le représentant du lobe olfactif, très atrophié il est vrai).

Je suis forcé, en terminant l'analyse du beau travail de M. Flögel, d'y signaler une importante lacune. L'auteur n'a trouvé (il nous le dit lui-même) aucune connexion fibreuse entre les corps pédonculés et les autres parties du cerveau. De plus il ne nous apprend rien sur le mode d'union du ganglion optique avec le protocerebron.

M. *Berger* (1) (1878), qui a travaillé indépendamment de M. Flögel, a fait paraître sur le cerveau des Arthropodes un mémoire fort important, d'abord parce que l'auteur y étudie une région très remarquable, sur laquelle les investigations ne s'étaient point encore portées, je veux parler du ganglion optique ; en outre, parce qu'il a fait sur les autres parties du cerveau des observations beaucoup plus précises qu'aucun de ceux qui s'étaient précédemment adonnés au sujet.

De plus, le travail de M. Berger est accompagné de figures incomparablement plus exactes qu'aucune de celles qui avaient été jusqu'alors publiées.

Dans mes précédents mémoires, j'ai eu occasion de résumer les résultats des recherches de M. Berger sur le ganglion

(1) Berger, *Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden* (*Arbeiten aus dem Zool. Instit. zu Wien*, Heft II, 1878, 48 p., 5 pl.).

optique; je ne veux pas y revenir maintenant, je m'occuperai ici seulement des résultats auxquels l'ont conduit ses recherches sur les autres parties du cerveau.

En fait d'Insectes, M. Berger a étudié des types assez variés (*Æschna* (larve), *Musca*, *Dytiscus*, *Hydrophilus*, *Apis*, *Pieris*, *Locusta*, etc.).

Parmi les faits qu'il a observés, les uns sont entièrement nouveaux, les autres ne sont qu'une confirmation des résultats de M. Flögel et de ses autres devanciers. Je m'occuperai seulement des premiers, qui sont d'ailleurs nombreux et importants; ils ont trait, pour la plupart, aux trajets fibreux qu'on rencontre dans le lobe cérébral et auxquels ni Dietl, ni Flögel n'avaient presque rien su débrouiller.

M. Berger étudie successivement et monographiquement les différents types que je viens de signaler, mais, afin de ne pas m'exposer à des répétitions, et aussi pour être plus clair, je suivrai un autre ordre.

Le savant viennois nous fait connaître pour la première fois des connexions fibreuses précises entre le corps central et les autres parties du cerveau.

Chez le *Pieris* (p. 24, fig. 29) et chez la Mouche (p. 18), il observe un faisceau fibreux unissant le corps central au calice du côté correspondant.

Chez le Dytisque, il décrit un faisceau unissant le corps central au lobe olfactif du côté correspondant (p. 14). Chez ce même animal (p. 13) il a vu le corps central recevoir des fibres des lobes cérébraux et aussi des cellules corticales qui revêtent ceux-ci.

Le corps central du Dytisque a une forme spéciale (il est lenticulaire) et ses dimensions sont considérables; il se prête tout particulièrement aux recherches, aussi M. Berger peut-il nous donner des détails intéressants sur le trajet des fibres qui arrivent à cet organe. Quand on examine le corps central du Dytisque sur une coupe horizontale (p. 13, fig. 19), on voit que, par son extrémité latérale, pénètre un gros paquet nerveux; aussitôt entrées dans la substance du corps central, les

fibres constitutives de celui-ci se dissocient, les unes se portent en avant, les autres en arrière, pour ressortir par les faces antérieure et postérieure. C'est ce qui fait dire à M. Berger, et non sans quelque raison, que le corps central serait un lieu où les faisceaux fibreux entrants se dissocieraient pour de là se porter dans les directions les plus différentes.

L'étude du cerveau de la Mouche (p. 19, fig. 20) a permis à M. Berger de nous donner des renseignements importants sur l'origine précise des commissures. Il a remarqué que, parmi les fibres des commissures, les unes vont directement se jeter dans le lobe cérébral correspondant, tandis que les autres se portent dans le lobe cérébral du côté opposé, et s'entre-croisent ainsi sur la ligne médiane avec leurs congénères. M. Berger a de plus observé (Libellule et Mouche) qu'un certain nombre de fibres de la commissure tirent leur origine de cellules ganglionnaires situées à la surface du lobe cérébral du côté opposé. Semblable disposition avait déjà été signalée par Flögel dans la Blatte.

M. Berger a découvert des connexions fibreuses importantes entre le lobe olfactif et les autres parties du cerveau. Nous avons dit plus haut qu'il avait découvert chez le Dytisque une connexion fibreuse entre ces organes et le corps central. Chez la Mouche (p. 18, fig. 21 et 22), il a observé que les deux lobes olfactifs étaient unis ensemble par une courte commissure médiane.

De plus il a essayé de suivre, chez ce même animal, le trajet des fibres du nerf antennaire. Il a vu quelques-unes de celles-ci se jeter dans les cellules qui revêtent le lobe olfactif; d'autres, et c'est, selon lui, le plus grand nombre, se dissocier entre les glomérules olfactifs; d'autres se rendre au lobe cérébral correspondant; quelques-unes enfin se porter au lobe cérébral du côté opposé. Mais, sur ces derniers points, les figures de M. Berger ne me paraissent pas démonstratives.

M. Berger a, pour la première fois, décrit chez la Libellule, la Mouche et l'Abeille, une longue commissure horizontale,

traversant tout le cerveau et unissant entre elles les masses médullaires internes des deux ganglions optiques.

Mais, à propos des connexions qui s'établissent entre le lobe cérébral et le ganglion optique correspondant, il faut que je relève une erreur commise par M. Berger. Cet auteur, qui n'a d'ailleurs fait qu'une étude insuffisante du nerf optique et de ses rapports avec le ganglion optique, s'est tout à fait mépris sur ses connexions avec le lobe cérébral. Ainsi, pour lui, la plupart des fibres du nerf optique n'entrent pas dans la masse du lobe cérébral, mais se jettent immédiatement dans l'écorce cellulaire de celui-ci pour y disparaître.

C'est là, incontestablement, une erreur d'interprétation, je m'en suis convaincu, et je me suis fort bien expliqué cette erreur en comparant les figures, d'ailleurs si rigoureuses, de M. Berger avec les préparations que j'ai faites sur les mêmes animaux.

M. Berger, le premier, s'est occupé de rechercher l'origine réelle du nerf stomatogastrique. M. Leydig avait déjà reconnu que ce nerf naissait immédiatement au-dessous du lobe olfactif. L'auteur du travail dont nous rendons compte, en étudiant le cerveau du Dytisque, a remarqué que le nerf stomatogastrique paraît tirer ses fibres de la commissure œsophagienne.

M. *Newton* (1) (1879) a pris pour sujet de ses recherches le cerveau de la Blatte; il n'a point observé d'autres types. Le travail de M. Newton se divise en deux parties; dans la première il étudie par la dissection l'origine apparente des différents nerfs qui naissent du cerveau; il décrit comme naissant du lobe olfactif, indépendamment du nerf antennaire, un petit filet nerveux qui se rend au muscle de l'antenne. Il nous montre que le nerf du labre naît au-dessous du lobe olfactif par une racine qui paraît commune avec celle du nerf stomatogastrique. M. Newton donne encore, à propos des

(1) Newton, *On the Brain of the Kockroach; Blatta orientalis* (*Quarterly Journal*, vol. XIX, 1879, p. 340-356, pl. XV-XVI).

nerfs qui naissent du cerveau, quelques renseignements intéressants, mais sur lesquels il n'y a pas lieu que je m'arrête aujourd'hui.

La seconde partie du travail du naturaliste anglais est consacrée à la structure interne du cerveau ; ses figures sont très médiocres et ses descriptions ne renferment pas de faits suffisamment nouveaux pour qu'il nous paraisse nécessaire d'en rendre compte aujourd'hui.

M. *A. S. Packard* (1880) a publié une description monographique du cerveau d'un Criquet (*Caloptenus femur rubrum*). Les planches qui accompagnent ce travail donnent des renseignements très intéressants sur la structure intime des centres nerveux de cet Insecte. Malheureusement, le texte est très écourté. Je ne veux pas analyser le très intéressant travail de M. Packard, j'aurai occasion de le faire dans un mémoire que je publierai très prochainement sur le système nerveux des Orthoptères.

M. *Bellonci* (1) (1882), en étudiant le cerveau de la Blatte, a reconnu que chez cet Insecte le lobe olfactif s'unissait par des tractus fibreux, d'une part avec le corps pédonculé et le ganglion optique du côté correspondant, d'autre part avec le corps pédonculé du côté opposé. Cette découverte est d'une importance *capitale*, car elle permet d'établir une comparaison précise entre le cerveau des Insectes et celui des Crustacés. Il a de plus reconnu l'existence d'une commissure transversale entre les deux lobes olfactifs. Ces intéressantes dispositions sont représentées sur un seul dessin schématique (pl. I, fig. 4).

M. *Joannès Chatin* (2) (1883), dans une courte note qui malheureusement n'est pas accompagnée de figures, expose le résultat des observations qu'il a faites sur l'origine cérébrale du nerf stomatogastrique. Il est inutile que je donne aujour-

(1) Bellonci, *Intorno alla structura e alle connessioni dei lobi olfattori negli artropodi superiori e nei vertebrati* (*Reale Academia dei Lincei*, 1881-82, 12 p., 2 pl.).

(2) *Sur les noyaux d'origine du stomatogastrique chez les Insectes* (*Bulletin de la Société philomathique*, séance du 23 juin 1883).

d'hui le compte rendu de cette note, puisque la Guêpe ne m'a permis de faire que des observations sans importance sur l'origine du stomatogastrique. J'y reviendrai dans le mémoire prochain, qui sera précisément consacré à la description de types éminemment favorables à l'étude des origines cérébrales du stomatogastrique.

M. *Justus Carrière* (1) (1885), dans son ouvrage sur les organes visuels des animaux, a figuré l'ensemble d'une coupe frontale du cerveau d'une Guêpe (*Pollistes gallica*), mais le dessin est exécuté à une trop petite échelle pour qu'il soit possible d'y reconnaître même les régions principales.

M. *Bellonci* (2) (1886) a montré que chez la Mouche on trouve entre les lobes olfactifs, les ganglions optiques et les corps pédonculés les mêmes connexions fibreuses que chez la Blatte. M. Bellonci a donné une figure à l'appui de sa description.

M. *H. Viallanes* (1886), dans une note (3) lue à la Société philomathique de Paris, a fait connaître la constitution du nerf optique de la Guêpe et les rapports qui s'établissent entre celui-ci et le cerveau. Dans une autre note (4) communiquée à cette même Société, il a publié les résultats auxquels l'ont conduit ses études sur le système nerveux touchant la morphologie comparée des appendices céphaliques des Crustacés et des Insectes. Enfin il a fait connaître à l'Association française pour l'avancement des sciences (Congrès de Nancy, juillet 1886) les conclusions du présent mémoire.

(1) Justus Carrière, *Die Sehorgane der Thiere vergleichend anatomisch dargestelt*. München et Leipzig, 1885, p. 148, fig. 114.

(2) G. Bellonci, *Intorno al ganglio ottico degli artropodi superiori* (*International Monatschrift f. Anat. u. Histolog.*, 1886, Bd III, Heft 6; 10 p. 1 pl.).

(3) *Sur la structure du cerveau des Hyménoptères* (*Bull. Soc. phil.*, 27 février 1886).

(4) *Sur la morphologie du squelette céphalique des Insectes* (*Ibid.*, 13 mars 1886).

HISTORIQUE DES TRAVAUX RELATIFS AUX GANGLIONS ET AUX NERFS OCELLAIRES

M. *Leydig* (1) (1864) a observé que, chez l'Abeille et la Fourmi (*Formica rufa*), du ganglion de l'ocelle médian partaient deux nerfs, mais il n'a pas pu reconnaître leur trajet réel ; pour lui, les deux nerfs ocellaires médians gagneraient le cerveau sans s'unir aux nerfs ocellaires latéraux. En ce qui touche le mode d'union des nerfs ocellaires avec le cerveau, M. Leydig me paraît s'être mépris, bien que je n'aie pas étudié avec grand soin les espèces dont il parle. Pour lui, ainsi que l'indiquent bien ses figures, les deux nerfs de l'ocelle médian iraient se jeter l'un dans le calice interne de droite, l'autre dans le calice interne de gauche. De même le nerf de l'ocelle latéral irait se jeter dans le calice interne du côté correspondant.

M. *Rabl-Rückhard* (2) (1876), qui a étudié la Fourmi, est en ce qui touche l'origine des nerfs ocellaires arrivé (p. 487) exactement aux mêmes conclusions que M. Leydig.

M. *Berger* (3) (1878) a étudié sur des coupes sagittales l'origine des nerfs ocellaires de l'Abeille. Il a vu (p. 21) ceux-ci s'enfoncer dans la face postérieure du protocerebron moyen. Mais il ne nous donne pas plus de détails à ce sujet. Les coupes qu'il a faites du ganglion ocellaire sont, si j'en juge par la figure qu'il en donne (fig. 26), obliques et ne passent pas par le nerf ocellaire. Aussi n'a-t-il point observé ni décrit leur couche de substance ponctuée.

M. *Justus Carrière* (4) (1885) a très exactement figuré

(1) *Tafeln zur vergleichenden Anatomie*. Tubingen, 1864, vol. VIII, fig. 3 et 4.

(2) Rabl-Rückhard, *Studien über Insectengehirne* (*Archiv. fur Anat. Physiol. und Wiss. Medicin*, 1875, p. 480-499, pl. XIV).

(3) Berger, *Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden* (*Arbeiten aus dem Zool. Instit. zu Wien*, Heft II, 1878, 48 p., 5 pl.).

(4) Justus Carrière, *Die Sehorgane der Thiere*. München und Leipzig, 1885.

(p. 179, fig. 142) le ganglion ocellaire d'une jeune Guêpe (*Pollistes gallica*); les choses se passent de même chez les espèces que j'ai étudiées et je n'ai rien à ajouter aux descriptions du naturaliste allemand.

HISTORIQUE DES OBSERVATIONS FAITES SUR LE GANGLION OPTIQUE DES HYMÉNOPTÈRES (1)

M. *Leydig* (2) (1864) étudie par transparance et figure le ganglion optique de l'Abeille (pl. VIII, fig. 4) et celui de la Fourmi (pl. VIII, fig. 2). Il a pu reconnaître les plus grandes régions de cet organe, mais n'a saisi ni les rapports exacts de celles-ci, ni le trajet des fibres qui entrent dans leur constitution.

M. *Rabl-Rückhard* (3) (1876) décrit et figure le ganglion optique de la Fourmi (*Camponotus ligniperdus*), mais sans ajouter rien d'important aux recherches de M. Leydig.

M. *Berger* (4) (1878) est le premier qui nous fournisse des

(1) Dans mon travail sur la Libellule, j'ai donné un compte rendu général des travaux faits sur le ganglion optique des Insectes; il est donc inutile que j'y revienne aujourd'hui.

Je dirai pourtant que M. *J. Carrière*, professeur à l'Université de Strasbourg, a étendu à l'Écrevisse et au Callopterix les recherches que j'ai publiées sur le ganglion optique de la Langouste et de la Libellule, ce qui lui a permis de contrôler l'exactitude de mes observations (*Biologischen Centralblatt*, 1er décembre 1885, vol. V, nº 19).

Je dois ajouter à la liste des travaux cités dans mes précédents mémoires les belles recherches de M. *Ciaccio* (*Figure dichiarative della minuta fabrica degli occhi de' Ditteri*, in *Memorie della R. Accademia di Bologna*, 1885).

Le savant professeur de l'Université de Bologne ayant porté ses investigations seulement sur l'œil et le ganglion des Diptères, je n'ai pas à en rendre compte aujourd'hui.

(2) Leydig, *Von Bau des thierischen Körpers* et *Tafeln zur vergleichenden Anatomie*. Tubingen, 1864.

(3) Rabl.-Rückhard, *Studien über Insectengehirne* (*Archiv. f. Anat. Phys. und Wiss. Medicin*, 1875, p 480-499, pl. XIV).

(4) Berger, *Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden* (*Arbeiten aus dem Zool. Instit. zu Wien*, Heft II, 1878, 48 p., 5 pl.).

renseignements vraiment importants sur le ganglion optique. Dans son travail que je ne pourrais citer avec trop d'éloges, M. Berger décrit (p. 20) et figure (pl. III, fig. 25) le ganglion optique de l'Abeille.

Les descriptions et le dessin de l'anatomiste viennois sont très exacts, il n'y a rien à y corriger, mais il y a beaucoup à y ajouter; sans parler des nombreux faits de détail qui n'ont pas attiré l'attention de ce savant, je signalerai seulement les points importants qui lui ont échappé.

M. Berger n'a pas su distinguer la masse ganglionnaire antérieure annexée à la masse externe, d'avec la couronne ganglionnaire. Il n'a point reconnu les anastomoses directes qui unissent la masse médullaire externe, d'une part avec la masse interne, d'autre part avec le protocerebron moyen. Il n'a point distingué le centre ganglionnaire annexé à la masse médullaire interne d'avec l'écorce du protocerebron moyen. Il n'a point reconnu le trajet réel du faisceau optique inféro-antérieur.

Je ne puis clore cet historique sans faire mention d'un mémoire de M. Hickson (1) consacré en grande partie à l'étude de la structure intime de la lame ganglionnaire des Insectes.

Je dois aussi mentionner les très intéressants travaux de M. Vialleton (2) ; bien qu'ils aient porté exclusivement sur les Céphalopodes, ils n'en présentent pas moins un intérêt général considérable, car ils jettent une vive lumière sur la signification histologique des éléments constitutifs du système nerveux de tous les invertébrés.

Je regrette de ne pouvoir aujourd'hui donner une analyse des belles recherches de M. Vialleton, mais ce serait sortir de mon sujet, car le présent mémoire est, comme le lecteur a pu s'en rendre compte, exclusivement consacré à la morphologie organologique du cerveau.

(1) *The eye and optic tract of insects* (*Quarterly Journal of microscopical science*, avril 1885).

(2) *Les centres nerveux des Céphalopodes* (*Comptes rendus Acad. sc.*, Paris, 16 novembre 1885).

CONCLUSIONS

Le présent mémoire est consacré à la description de l'ensemble des masses nerveuses sus-œsophagiennes de la Guêpe (*Vespa vulgaris* et *V. Crabro*), ensemble que je désignerai sous le nom de *cerebron.*

Le cerebron de la Guêpe n'a été jusqu'à présent étudié que par un seul observateur, M. Flögel. Cet observateur a montré qu'au point de vue de sa structure interne, le cerebron de la Guêpe offrait des caractères spéciaux qui n'ont été jusqu'à présent retrouvés ni chez d'autres Hyménoptères, ni même chez des Insectes appartenant à d'autres ordres.

J'ai cité plus haut *in extenso* (p. 75 et 76) le texte de M. Flögel, lequel n'est accompagné d'aucune figure ; il sera donc aisé au lecteur de saisir les progrès que j'ai fait faire à la question.

Je résume brièvement les principaux résultats auxquels mes recherches m'ont conduit.

1° Je divise le cerebron en trois grandes régions : le *protocerebron*, le *deutocerebron* et le *tritocerebron.*

2° Le *protocerebron* comprend comme parties principales : les *deux ganglions optiques*, les *trois ganglions ocellaires*, le *protocerebron moyen.*

3° Le *ganglion optique* de la Guêpe est, quant à sa constitution, presque identique au ganglion optique de la Libellule. Comme chez cet animal il comprend, en allant de dehors en dedans, les parties suivantes : les *fibres post-rétiniennes*, la *lame ganglionnaire*, le *chiasma externe*, la *masse médullaire externe*, le *chiasma interne*, la *masse médullaire interne.*

Toutes ces parties présentent les mêmes rapports et la même constitution générale que chez la Libellule. Chez la Guêpe comme chez la Libellule, la masse médullaire externe est réunie à la masse médullaire interne non seulement par le chiasma interne, mais encore par un paquet de fibres à marche directe.

4° Le nerf optique relie le ganglion optique au protocerebron moyen, il se compose de quatre faisceaux complètement distincts. Deux sont situés sur un plan supérieur et deux sur un plan inférieur. Les deux faisceaux supérieurs naissent par une racine commune du bord antérieur de la masse médullaire externe. Le premier (*faisceau supéro-antérieur*) aborde le protocerebron moyen par son bord antérieur et externe ; le second (*faisceau supéro-postérieur*) aborde le protocerebron moyen par son bord postérieur et externe.

Les faisceaux inférieurs naissent tous deux de la masse médullaire interne. Le premier de ceux-ci (*faisceau inféro-antérieur*) est formé de fibres à contours particulièrement accentués ; il naît de la face antérieure de la masse médullaire interne ; il se porte en avant de la face antérieure du protocerebron moyen et se jette dans une saillie que celle-ci présente et que nous décrivons sous le nom de *tubercule optique*.

Le second faisceau (*faisceau inféro-postérieur*) est très volumineux ; il naît du bord interne de la masse médullaire interne et se jette dans la face externe du protocerebron moyen. Le faisceau inféro-postérieur est formé de deux cordons unis l'un à l'autre, bien que très distincts. Le premier de ceux-ci renferme quelques fibres nettes seulement en haut et en bas, le reste de sa masse est formé de substance ponctuée et se présente ainsi comme une continuation de la masse médullaire interne. Le second cordon (*cordon commissural*) est formé de fibres remarquablement réfringentes, il s'enfonce dans la profondeur du protocerebron moyen ; arrivé à la ligne médiane, il se continue avec son congénère venu du côté opposé. Ainsi s'établit une union directe entre la masse médullaire interne du côté droit et la masse médullaire interne du côté gauche.

5° Les *ganglions ocellaires* sont au nombre de trois ; on en trouve un au-dessous de chaque ocelle. Ils sont formés chacun par une masse de substance ponctuée assez homogène, à laquelle sont annexées de petites cellules nerveuses à proto-

plasma très réduit. De chaque ganglion ocellaire part un nerf. Le nerf des ocelles latéraux se porte directement en bas, pour aller gagner la face postérieure du protocerebron moyen. Le nerf ocellaire médian se divise en deux branches. Celle de droite va se fusionner avec le nerf ocellaire latéral droit et celle de gauche avec le nerf ocellaire latéral gauche.

6° Le *protocerebron moyen* est constitué par les parties suivantes : les deux *corps pédonculés*, les deux *lobes cérébraux* et un organe impair, le *corps central*.

7° Le *corps pédonculé* comprend comme parties principales: le *calice interne*, le *calice externe* et le *pédoncule*.

Chaque calice se présente sous la forme d'une auge elliptique, ouverte en haut, reposant en bas sur le bord supérieur du protocerebron et débordant sur les faces antérieures et postérieures de celui-ci. La paroi des calices est formée par une épaisse lame de substance ponctuée, à trame très fine. La surface intérieure des calices, comme aussi leur surface extérieure, est revêtue d'une épaisse couche de petites cellules nerveuses à protoplasma très réduit. Le calice interne et le calice externe sont séparés l'un de l'autre par un sillon antéro-postérieur, que je désigne sous le nom de *scissure du corps pédonculé*. Les calices de droite sont unis aux calices de gauche par une commissure fibreuse transversale.

8° Le *pédoncule* est formé des parties suivantes : la *branche externe*, la *branche interne*, la *tige*, la *corne antérieure*, la *poutre*.

Du fond du calice interne, comme aussi du fond du calice externe, naît un tractus de substance ponctuée. Ce sont les *branches interne* et *externe*. Ces deux branches s'unissent bientôt pour former un tronc commun, c'est la *tige;* celle-ci descend verticalement en s'enfonçant dans le lobe cérébral correspondant, puis après un trajet assez long se divise en deux branches. La première se porte directement en avant pour gagner la surface du lobe cérébral, c'est la *corne antérieure;* la seconde se porte immédiatement en dedans et arrive au-dessous du corps central, c'est la *poutre*.

Chez la Guêpe les branches interne et externe sont très grosses et extrêmement courtes ; la tige est très volumineuse, conique et présente à sa face des sillons profonds.

La *poutre*, au lieu d'être volumineuse et formée d'une substance ponctuée homogène, ainsi que cela s'observe chez les autres Hyménoptères étudiés jusqu'à ce jour, se montre chez la Guêpe comme un tractus grêle de fibres distinctes naissant de l'extrémité inférieure de la tige. Chez la Guêpe les fibres constitutives de la poutre arrivent au-dessous du corps central. Là elles se dissocient et se mélangent à leurs congénères venues de l'autre côté de la ligne médiane pour former un lacis confus sur lequel repose le corps central, elles pénètrent (peut-être ?) dans la face inférieure de celui-ci pour s'y perdre sans qu'on puisse suivre bien loin leurs traces.

Chez la Guêpe, la *corne antérieure*, au lieu d'être formée, ainsi que cela s'observe chez les autres Insectes, d'une substance en tout semblable à celle qui constitue la tige, est représentée seulement par un paquet relativement petit de fibres entremêlées de noyaux naissant de l'extrémité inférieure de la tige. La corne antérieure aussitôt constituée se porte directement en avant en cheminant ainsi à travers la substance du lobe cérébral. Arrivées à la surface, ses fibres se dissocient, s'insinuent entre les cellules de l'écorce du lobe cérébral et disparaissent au milieu d'elles.

La *tige du corps pédonculé* s'unit à la substance du lobe cérébral principalement par deux gros faisceaux fibreux : l'un naît de la face antérieure de la tige et se porte en avant, l'autre naît de la face postérieure de la tige et se porte directement en bas.

9° Le *corps central* est un organe impair et médian situé à la partie supérieure du protocerebron.

Il a la forme d'une demi-sphère à convexité tournée en haut et aplatie d'avant en arrière.

Le corps central, bien qu'il soit presque exclusivement formé de substance ponctuée, présente pourtant une structure assez complexe. Il est formé de deux calottes se recouvrant

l'une l'autre. La calotte supérieure est, en avant et en arrière, interrompue sur la ligne médiane.

En arrière du bord de la calotte supérieure, partent deux courts pédoncules horizontaux qui se renflent chacun en une petite sphère (ce sont les *tubercules du corps central*). Les tubercules du corps central sont réunis l'un à l'autre par une commissure.

Le corps central contracte des connexions fibreuses avec presque toutes les parties constitutives du protocerebron. Des fibres l'unissent aux cellules de l'écorce du protocerebron, aux calices, aux lobes cérébraux, aux commissures œsophagiennes, aux lobes olfactifs. Enfin il s'unit (?) à la tige du corps pédonculé par l'intermédiaire de la poutre.

10° Le *lobe cérébral* est fortement aplati d'avant en arrière, toute sa face supérieure et une partie de ses faces extérieures et postérieures sont recouvertes par les calices. Sa face inférieure donne naissance à la commissure œsophagienne. Sa face externe reçoit les faisceaux supéro-antérieur, supéro-postérieur et inféro-postérieur du nerf optique. Sa face antérieure présente un tubercule saillant (*tubercule optique*) dans lequel va se jeter le faisceau optique inféro-antérieur. Sa face postérieure reçoit le nerf ocellaire.

Au-dessous du corps central, les deux lobes cérébraux sont intimement unis, au-dessus du corps central ils sont séparés l'un de l'autre.

En avant de la tige du corps pédonculé, le bord supérieur du lobe cérébral s'élève en une crête saillante qui s'insinue entre la tige et les calices. Je désigne cette crête sous le nom de *protubérance cérébrale supérieure*.

Les lobes cérébraux sont fondamentalement formés de substance ponctuée, mais on y rencontre un grand nombre de faisceaux fibreux à marche définie. Parmi ceux-ci, les uns servent à unir le lobe cérébral avec d'autres parties du cerebron, les autres unissent entre eux les deux lobes cérébraux, d'autres enfin sont particuliers à chaque lobe.

Du calice interne et du calice externe naît un paquet de

fibres qui franchit la ligne médiane, s'entre-croise avec son congénère pour former un chiasma, puis s'enfonce dans la protubérance cérébrale du côté opposé.

Des fibres, nées les unes du calice interne, les autres du calice externe, constituent un faisceau qui chemine d'arrière en avant dans la scissure du corps pédonculé, pour pénétrer ensuite dans la partie antérieure du lobe cérébral correspondant.

Au-dessous du corps central, les lobes cérébraux sont, comme je l'ai dit plus haut, intimement soudés. Cette soudure est renforcée par des tractus fibreux que j'appellerai *commissures cérébrales*. Celles-ci sont au nombre de deux, l'une supérieure, l'autre inférieure. La *commissure supérieure* est formée de deux faisceaux situés l'un en avant, l'autre en arrière du corps central. La *commissure inférieure* est également formée des deux faisceaux fibreux.

Les deux tubercules cérébraux antérieurs sont unis l'un à l'autre par une commissure transversale particulière.

Les *commissures œsophagiennes*, très volumineuses, se continuent sans ligne de démarcation avec les lobes cérébraux; elles sont formées par une substance ponctuée très homogène, mais où l'on peut toutefois reconnaître quelques paquets de fibres bien caractérisées. Celles-ci proviennent les unes du lobe cérébral correspondant, les autres du lobe cérébral du côté opposé.

Au protocerebron est annexé un organe particulier que je désignerai sous le nom de *pont des lobes cérébraux*. C'est en effet une sorte de pont situé en arrière des lobes cérébraux et se soudant par chacune de ses deux extrémités à l'un de ceux-ci. Il est entièrement formé de substance ponctuée, il est de toutes parts enveloppé par des cellules ganglionnaires.

Les lobes cérébraux sont eux-mêmes de toutes parts enveloppés par des cellules nerveuses disposées en couches surtout épaisses en arrière et dans la région médiane. Les prolongements qu'elles émettent se rendent non seulement au lobe

cérébral, mais encore au corps central, à la tige du corps pédonculé et au lobe olfactif.

11° Le *deutocerebron* est représenté par les deux *lobes olfactifs.*

Chacun de ceux-ci se montre comme un mamelon saillant, rattaché par un court pédicule à la face antérieure de la commissure œsophagienne correspondante.

Le lobe olfactif a une structure très caractéristique; sa partie centrale est formée par de la substance ponctuée à trame lâche, sa partie corticale est constituée par une couche de *glomérules olfactifs.* Chacun de ceux-ci se montre comme une petite sphère formée de substance ponctuée, à trame très serrée et réunie à la partie centrale du lobe par un court pédoncule également formé de substance ponctuée.

La face externe du lobe olfactif est revêtue par une couche épaisse de petites cellules en tout semblables à celles qui revêtent les calices. Les prolongements qu'elles émettent se groupent en plusieurs paquets qui s'insinuent entre les glomérules olfactifs, puis se perdent dans la substance ponctuée centrale du lobe olfactif.

Le *pédicule du lobe olfactif* est un tractus de substance ponctuée unissant la substance centrale de celui-ci avec la commissure œsophagienne correspondante. Dans ce tractus on reconnaît un paquet fibreux qui remonte dans le lobe cérébral correspondant. Parmi les fibres qui composent ce paquet, les unes se rendent au corps central, d'autres à la substance du lobe cérébral, d'autres enfin aux cellules situées en arrière et en haut du corps central.

Le *nerf antennaire* se compose de deux faisceaux; l'un est externe, l'autre interne. L'externe ne pénètre pas dans le lobe olfactif, mais s'enfonce directement dans la commissure œsophagienne correspondante. L'interne insinue ses fibres entre les glomérules olfactifs et se perd dans la substance ponctuée centrale du lobe olfactif.

12° Le *tritocerebron*, qui, chez certains Insectes, les Orthoptères particulièrement, est très nettement différencié,

se trouve chez la Guêpe fusionné et confondu avec les parties nerveuses voisines, on ne peut l'individualiser. Le point d'émergence du tronc commun du nerf du labre et du nerf stomatogastrique nous indique seul la région du cerveau qui répond au tritocerebron.

NOTE ADDITIONNELLE

Dans le cours de ce travail, j'ai attribué au protocerebron le tractus fibreux que je désigne sous le nom de *commissure cérébrale inférieure*.

En réalité, cette commissure appartient au deutocerebron et sert à unir les deux moitiés symétriques qui forment celui-ci. De nouvelles recherches, inspirées par l'étude de types plus favorables, me l'ont démontré.

EXPLICATION DES PLANCHES I A VI

Toutes les figures ont été empruntées à l'anatomie du Frelon (*V. Crabro*).
Lettres communes à toutes les figures.

bi. Branche externe du corps pédonculé.
be. Branche interne du corps pédonculé.
ca. Corne antérieure du corps pédonculé.
cc. Corps central.
cci. Commissure cérébrale inférieure.
ccl. Commissure des calices.
ccm. Cordon commissural du nerf optique.
ccs. Commissures cérébrales supérieures.
ce. Calice externe.
ci. Calice interne.
che. Chiasma externe.
chi. Chiasma interne.
cœ. Commissure œsophagienne.
cp. Corps pédonculé.
fpr. Fibres post-rétiniennes.
lc. Lobe cérébral.
lg. Lame ganglionnaire.
lo. Lobe olfactif.
me. Masse médullaire externe.
mi. Masse médullaire interne.
na. Nerf antennaire.
nl. Nerf du labre.
no. Nerf optique.
noc. Nerf ocellaire.
oia. Faisceau optique inféro-antérieur.
oip. Faisceau optique inféro-postérieur.
osa. Faisceau optique supéro-antérieur.
osp. Faisceau optique supéro-postérieur.
pc. Protubérance cérébrale.
pd. Tige du corps pédonculé.
plc. Pont des lobes cérébraux.
plo. Pédicule du lobe olfactif.
pt. Poutre.
sc. Scissure du corps pédonculé.
tc. Tubercule du corps central.
to. Tubercule optique.

Les figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 11 représentent toutes des coupes latérales d'un même cerveau, elles sont rangées dans leur ordre naturel de haut en bas. Ainsi, la figure 1 représente une coupe comprise dans un plan supérieur à celui qui comprend la coupe dessinée figure 2. La figure 2 représente une coupe comprise dans un plan supérieur à celui qui comprend la coupe dessinée figure 3; et ainsi de suite.

Les figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 11 sont toutes orientées de même, la partie supérieure de chaque dessin répond à la face antérieure du cerveau de l'animal.

Fig. 1. Coupe intéressant les deux paires de calices. — *ci*, calice interne; *ce*, calice externe; *sc*, scissure du corps pédonculé, dans la scissure du côté

gauche; on aperçoit les fibres qui parcourent cette scissure d'arrière en avant. La coupe passe au-dessous du fond du calice interne, aussi intéresse-t-elle la partie supérieure *bi* de la branche interne. La coupe passe au-dessus du fond du calice externe, aussi voit-on la cavité de celui-ci, laquelle est entièrement remplie de petites cellules nerveuses; *t*, paquet de trachées.

Fig. 2. Cette coupe passe au-dessous du fond de l'un et l'autre calice. — *ce*, calice externe; *ci*, calice interne. Elle intéresse les deux tiges du corps pédonculé qui se trouvent transversalement coupées. — *bi*, branche interne; *be*, branche externe; *a*, coupe transversale du paquet de fibres qui unit chaque paire de calices au lobe cérébral du côté correspondant; *t*, paquet de trachées.

Fig. 3. Cette coupe passe au-dessous du point de réunion des tiges interne et externe; elle intéresse la tige du corps pédonculé *pd*, qui se montre transversalement coupée. On reconnaît nettement sur cette figure, comme sur les deux suivantes, les sillons que présente la face postérieure de la tige ainsi que les fibres qui revêtent cette face. — *ce*, calice externe; *ci*, calice interne. La partie antérieure de celui-ci est seule intéressée par la section. En avant de la tige, entre la face antérieure de celui-ci et la partie antérieure des calices, on voit la protubérance cérébrale *pc*. — *a*, coupe transversale du paquet de fibres unissant chaque paire de calices au lobe cérébral correspondant; *ccl*, commissure transversale unissant les deux paires de calices; *b*, écorce ganglionnaire revêtant la face postérieure des lobes cérébraux; *dd'*, écorce ganglionnaire revêtant la face antérieure des lobes cérébraux; *plc*, pont des lobes cérébraux; *e*, atmosphère fibreuse enveloppant le corps central; *t*, trachées.

Fig. 4. Coupe passant par un plan immédiatement inférieur à celui que représente la figure 3. — *ce*, calice externe; *ci*, calice interne; *pd*, tige du corps pédonculé; *pc*, protubérance cérébrale; *ch*, fibres chiasmatiques unissant les calices à la protubérance cérébrale du côté opposé; *plc*, pont des lobes cérébraux; *t*, trachées; *a*, coupe transversale du paquet de fibres unissant chaque paire de calices au lobe cérébral correspondant; *b*, écorce ganglionnaire de la face postérieure des lobes cérébraux; *dd'*, écorce ganglionnaire de la face antérieure des lobes cérébraux; *e*, atmosphère fibreuse enveloppant le corps central; *f*, écorce ganglionnaire de la face externe des lobes cérébraux.

Fig. 5. Coupe passant par la partie supérieure du corps central. — *ce*, calice externe; *ci*, calice interne; *pd*, pédoncule cérébral; *lc*, lobe cérébral; *cc*, corps central; *e*, atmosphère fibreuse du corps central; *plc*, partie verticale transversalement coupée du pont des lobes cérébraux; *t*, trachées; *d*, écorce ganglionnaire de la face antérieure des lobes cérébraux; *f*, écorce ganglionnaire de la face externe des lobes cérébraux; *b*, écorce ganglionnaire de la face postérieure des lobes cérébraux.

Fig. 6. Coupe pratiquée un peu au-dessous de la précédente, elle n'intéresse plus les calices internes. — *ce*, calice externe; *lc*, lobe cérébral; *pd*, pédon-

cule transversalement coupé; *cc*, corps central; *e*, atmosphère fibreuse du corps central; *t*, trachées et nerfs ocellaires; *ccs*, commissure cérébrale supérieure et postérieure; *d*, écorce ganglionnaire de la face antérieure des lobes cérébraux; *b*, écorce ganglionnaire de la face postérieure des lobes cérébraux; *f*, écorce ganglionnaire de la face latérale des lobes cérébraux.

Fig. 7. Coupe passant par la partie moyenne du corps central. — *ce*, calice externe; *lc*, lobe cérébral; *csc*, capsule supérieure du corps central; *cic*, capsule inférieure du corps central; *pd*, tige du corps pédonculé; *d*, écorce ganglionnaire de la face antérieure des lobes cérébraux; *b*, écorce ganglionnaire de la face postérieure du protocerebron moyen; *ccs*, commissure supérieure et antérieure des lobes cérébraux; *noc*, nerfs ocellaires.

Fig. 8. Cette section passe par la partie inférieure du corps central; elle intéresse les deux faisceaux supérieurs du nerf optique, la corne antérieure du corps pédonculé et les tubercules du corps central. — *lc*, lobe cérébral; *csc*, capsule supérieure du corps central; *cic*, capsule inférieure du corps central; *tc*, tubercule du corps central; *e*, atmosphère fibreuse du corps central; *ca*, corne antérieure du corps pédonculé; *a*, faisceau unissant le corps pédonculé au lobe cérébral; *b*, écorce ganglionnaire de la face postérieure du lobe cérébral; *d*, écorce ganglionnaire de la face antérieure du lobe cérébral; *me*, masse médullaire externe; *ch*, chiasma interne; *mi*, masse médullaire interne; *f*, faisceau fibreux unissant directement la masse médullaire interne à la masse médullaire externe; *osa*, faisceau optique supérieur et antérieur; *osp*, faisceau optique supérieur et postérieur.

Fig. 9. Coupe passant au-dessous de la corne antérieure et du corps central intéressant le cordon commissural. — *lc*, lobe cérébral; *b*, écorce ganglionnaire de la face postérieure du lobe cérébral; *d*, écorce ganglionnaire de la face antérieure du lobe cérébral; *n*, nerf indéterminé; *mi*, masse médullaire interne; *oip*, faisceau optique inférieur et postérieur; *ccm*, cordon commissural du nerf optique. La coupe ne l'ayant pas rencontré dans toute son étendue, il se montre, à droite et à gauche, interrompu dans son trajet.

Fig. 10. Coupe passant par les deux tubercules optiques. — *lc*, lobes cérébraux; *b*, écorce ganglionnaire de la face postérieure des lobes cérébraux; *d*, écorce ganglionnaire de la face antérieure des lobes cérébraux; *cci*, commissures cérébrales inférieures; *mi*, masse médullaire interne; *oip*, faisceau optique inféro-postérieur; *oia*, faisceau optique inféro-antérieur; *to*, tubercule optique; *c*, commissure transversale unissant les deux tubercules optiques; *n*, nerf indéterminé.

Fig. 11. Cette coupe passe par la partie inférieure des lobes cérébraux, qui peut être considérée comme le commencement des commissures œsophagiennes, la section intéresse la partie supérieure des lobes olfactifs. — *lc*, partie inférieure du lobe cérébral ou commencement de la commissure; *lo*, lobe olfactif; *b*, écorce ganglionnaire de la face postérieure du lobe cérébral; *d*, écorce ganglionnaire du lobe olfactif; *mi*, masse médullaire interne; *oip*, fibre du faisceau optique inféro-postérieur se rendant à la commissure; *n*, nerf indéterminé.

Fig. 12. Coupe latérale du ganglion optique; la section passant par les faisceaux optiques supéro-antérieur et supéro-postérieur. Comme dans les figures précédentes, la partie supérieure répond au bord antérieur de l'organe. — *o*, œil composé, sa partie externe a été presque complètement enlevée par dissection; *fpr*, fibres post-rétiniennes; *lg*, lame ganglionnaire; *che*, chiasma externe; *me*, masse médullaire externe; *chi*, chiasma interne; *mi*, masse médullaire interne; *osa*, faisceau optique supéro-antérieur; *osp*, faisceau optique supéro-postérieur; *lc*, lobe cérébral; *ca*, corne antérieure du corps pédonculé; *aa'*, couronne ganglionnaire; *b*, ganglion en coin; *c*, masse ganglionnaire antérieure; *d*, masse ganglionnaire interne; *e*, cellules ganglionnaires de la masse médullaire interne.

Fig. 13. Coupe frontale passant par la partie moyenne du corps central. — *ce*, calice externe; *ci*, calice interne; *sc*, scissure du corps pédonculé; *a*, cellules nerveuses de la scissure; *pd*, tige du corps pédonculé; *pt*, poutre; *csc*, capsule supérieure du corps central; *cic*, capsule inférieure du corps central; *lc*, lobe cérébral; *cci*, commissure cérébrale inférieure; *b*, écorce ganglionnaire de la face potsérieure du lobe cérébral; *c*, écorce ganglionnaire de la face externe du cerveau; *d*, écorce ganglionnaire de la face inférieure du lobe cérébral; *me*, masse médullaire externe; *chi*, chiasma interne; *mi*, masse médullaire interne; *no*, nerf optique; *lo*, lobe olfactif; *na*, nerf antennaire; *e*, écorce ganglionnaire du lobe olfactif; *plo*, pédicule du lobe olfactif; *f*, fibres partant du lobe cérébral et se dirigeant en haut; *g*, fibres partant du lobe olfactif et se dirigeant vers le corps central.

Fig. 14. Coupe frontale passant un peu en arrière de la précédente et intéressant les tubercules du corps central et les nerfs ocellaires. — *noc*, nerf ocellaire; *plc*, pont des lobes cérébraux; *h*, atmosphère fibreuse du corps central; *tc*, tubercules du corps central; *i*, faisceau fibreux partant du lobe olfactif et se rendant à l'écorce ganglionnaire de la face postérieure du lobe cérébral. Les autres lettres, comme pour la figure 13.

Fig. 15. Coupe sagittale passant par le pédoncule du lobe olfactif. — *ce*, calice externe; *a*, paroi interne du calice externe; *b*, fibres de la scissure du corps pédonculé; *d*, écorce cellulaire du calice externe; *pd*, tige du corps pédonculé; *to*, tubercule optique; *lc*, lobe cérébral; *pc*, protubérance cérébrale supérieure; *c*, écorce ganglionnaire de la face antérieure du lobe cérébral; *e*, écorce ganglionnaire de la face postérieure du lobe cérébral; *lo*, lobe olfactif; *plo*, pédicule du lobe olfactif; *nl*, nerf du labre; *cœ*, commissure œsophagienne; *gso*, ganglion sous-œsophagien; *n*, nerf tirant son origine du ganglion sous-œsophagien; *f*, commissure unissant le ganglion sous-œsophagien au premier ganglion thoracique.

Fig. 16. Coupe sagittale pratiquée un peu en dedans de la précédente, de manière à passer exactement par la scissure du corps pédonculé. — *ce*, calice externe; *a*, paroi interne du calice externe; *d*, couches cellulaires revêtant la paroi interne du calice externe; *b*, fibres cheminant d'arrière en avant dans la scissure du corps pédonculé; *pd*, tige du corps pédonculé; *pc*, protubérance cérébrale; *c*, écorce ganglionnaire revêtant la face antérieure du

lobe cérébral; *e*, écorce cellulaire revêtant la face postérieure du lobe cérébral; *to*, tubercule optique; *lc*, lobe cérébral; *cœ*, commissure œsophagienne; *lo*, lobe olfactif; *plo*, pédoncule du lobe olfactif; *nl*, nerf du labre; *gso*, ganglion sous-œsophagien; *f*, commissure unissant le ganglion sous-œsophagien au premier ganglion thoracique.

Fig. 17. Coupe sagittale pratiquée un peu en dedans de la précédente, passant par la corne antérieure du corps pédonculé. — *ci*, calice interne; *a*, paroi externe du calice interne; *d*, revêtement cellulaire du calice interne; *pd*, tige du corps pédonculé; *ca*, corne antérieure du corps pédonculé longitudinalement coupée; *g*, *h*, fibres unissant la tige du corps pédonculé au lobe cérébral; *lc*, lobe cérébral; *pc*, protubérance centrale supérieure; *c*, écorce ganglionnaire de la face antérieure du lobe cérébral; *lo*, lobe olfactif; *co*, commissure œsophagienne; *gso*, ganglion sous-œsophagien.

Fig. 18. Coupe sagittale pratiquée un peu en dedans de la précédente. — *ci*, calice interne; *a*, paroi du calice; *d*, revêtement cellulaire du calice; *c*, cellules ganglionnaires revêtant la face postérieure et supérieure du lobe cérébral; *e*, cellules ganglionnaires revêtant la face postérieure du lobe cérébral; *f*, cellules ganglionnaires revêtant la face supérieure du lobe cérébral; *noc*, nerf ocellaire; *g*, commissure des calices coupée transversalement; *csc*, capsule supérieure du corps central; *cic*, capsule inférieure du corps central; *plc*, partie horizontale du pont des lobes cérébraux transversalement coupée; *h*, fibres allant du lobe olfactif à l'écorce ganglionnaire du lobe cérébral; *lc*, lobe cérébral; *lo*, lobe olfactif; *gso*, ganglion sous-œsophagien.

Fig. 19. Coupe sagittale pratiquée un peu en dedans de la précédente. — *ci*, calice interne; *a*, paroi du calice; *d*, revêtement cellulaire du calice; *c*, cellules ganglionnaires revêtant la face antérieure du lobe cérébral; *e*, cellules ganglionnaires revêtant la face postérieure du lobe cérébral; *noc*, nerf ocellaire; *g*, commissure des calices transversalement coupée; *csc*, capsule supérieure du corps central; *cic*, capsule inférieure du corps central; *tc*, tubercule du corps central; *plc*, partie horizontale du pont des lobes cérébraux transversalement coupée; *lc*, lobe cérébral; *lo*, lobe olfactif; *gso*, ganglion sous-œsophagien; *n*, nerf partant du ganglion sous-œsophagien.

Fig. 20. Coupe sagittale pratiquée en dedans de la précédente et très près de la ligne médiane. — *ci*, calice interne; *a*, paroi interne du calice interne; *d*, revêtement cellulaire du calice interne; *c*, écorce ganglionnaire revêtant la face antérieure du lobe cérébral; *e*, écorce ganglionnaire revêtant la face postérieure du lobe cérébral; *g*, commissure des calices transversalement coupée; *plc*, partie horizontale du pont des lobes cérébraux transversalement coupée; *lc*, lobe cérébral; *cci*, commissure cérébrale inférieure.

Fig. 21. Région externe du ganglion optique. — *o*, œil composé. Il a été presque complètement enlevé par la dissection; *fpr*, fibres post-rétiniennes;

a, couche externe de la lame ganglionnaire; *b*, couche moyenne de la lame ganglionnaire; *c*, couche interne de la lame ganglionnaire; *che*, chiasma externe; *me*, masse médullaire externe.

Fig. 22. Cerveau de Frelon examiné frais par sa face antérieure et légèrement comprimé. — *o*, œil composé; *fpr*, fibres post-rétiniennes; *lg*, lame ganglionnaire; *che*, chiasma externe; *me*, masse médullaire externe; *chi*, chiasma interne; *mi*, masse médullaire interne; *no*, nerf optique; *lc*, lobe cérébral; *ce*, calice externe; *ci*, calice interne; *sc*, scissure du corps pédonculé; *to*, tubercule optique; *ca*, point d'émergence de la corne antérieure du corps pédonculé; *cc*, corps central; *lo*, lobe olfactif; *na*, nerf antennaire; *nl*, nerf du labre; *cœ*, commissure œsophagienne; *tœ*, trou œsophagien; *gso*, ganglion sous-œsophagien.

RECHERCHES

SUR

L'APPAREIL CIRCULATOIRE DES OPHIURES

Par le Dr R. KŒHLER

Chargé d'un cours complémentaire de zoologie à la Faculté des sciences de Nancy.

Les naturalistes qui ont étudié l'anatomie des Ophiures, Simroth, Lange, Teuscher, Ludwig et Apostolidès, ont donné des descriptions tellement contradictoires du système circulatoire de ces animaux, qu'il m'a paru opportun de reprendre cette étude. Presque tous les anatomistes allemands, Ludwig en particulier, admettent l'existence d'un cœur ayant des relations fort importantes, puisqu'il relie, d'après Ludwig, le cercle vasculaire oral à un cercle vasculaire aboral, mais sur la structure histologique duquel ils ne s'étendent pas volontiers. D'ailleurs, ils sont loin de s'entendre sur la distribution et sur les rapports des vaisseaux dont l'ensemble constitue ce qu'ils décrivent sous le nom de *système vasculaire*. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer entre elles, par exemple les figures représentant les coupes du bras données par ces savants, et les descriptions qu'ils font de ces coupes. Quant à Apostolidès, il a montré que l'organe décrit sous le nom de cœur était une glande ressemblant beaucoup à la glande ovoïde des Oursins, qu'autrefois on avait également prise pour un cœur; mais c'est à peu près le seul fait nouveau qui restera de ses recherches sur l'anatomie des Ophiures. Il n'a observé chez ces animaux que des vaisseaux aquifères, ce qui simplifiait considérablement leur système circulatoire; il se trouve également en contradiction avec ses prédécesseurs sur des points très importants. Je dois l'avouer,

c'est surtout en relisant le mémoire d'Apostolidès, et en le rapprochant des mémoires plus importants de Ludwig, qu'il m'a semblé qu'il y avait encore quelque chose à faire sur les Ophiures.

Mes recherches ont porté sur l'*Ophioglypha texturata* Lam. et sur l'*Ophiotryx fragilis* Lam.; mais j'ai surtout étudié la première espèce, dont la taille est plus grande, et qui se prête, par conséquent, mieux aux dissections que l'*Ophiotryx*. Ces deux espèces sont très abondantes à Cette. L'*Ophioglypha* est très commune dans les fonds vaseux du large, et les pêcheurs en rapportent tous les jours de nombreux échantillons. Quant à l'*Ophiotryx*, elle est extrêmement répandue dans les canaux qui traversent la ville Grâce à l'aimable hospitalité que j'avais reçue de M. Sabatier à la station zoologique de Cette, les matériaux de travail ne m'ont jamais manqué. Je suis heureux de remercier M. Sabatier de l'excellent accueil qu'il m'a fait et des facilités qu'il m'a procurées pour entreprendre ces recherches.

HISTORIQUE

Je n'examinerai, dans cet historique, que les travaux des naturalistes cités plus haut, laissant de côté les recherches des anciens observateurs. On pourrait encore joindre à ces travaux ceux de Carpenter (1) et de W. Essl (2), qui n'ont pas fait de recherches personnelles, mais ont publié des mémoires, résumant, l'un en 1881, l'autre en 1884, les travaux faits sur l'anatomie des Ophiures ou sur le système circulatoire des Échinodermes.

Simroth, Lange, Teuscher et Ludwig ont décrit chez les Ophiures deux systèmes circulatoires distincts, l'un aquifère, l'autre vasculaire. Mais, tandis que leurs descriptions du sys-

(1) H. Carpenter, *The minute anatomy of the Brachiate Echinoderms.* (*Quarterly Journal of micr. sc.*, avril 1881).

(2) *Uber das Blut. und Wassergefässystem der Echinodermen. Budweis*, 1884.

tème aquifère sont très semblables, ils n'ont pu s'accorder sur la situation des troncs vasculaires, Teuscher et Simroth ayant pris pour des vaisseaux, comme Ludwig l'a montré, les larges espaces dans lesquels sont logés les vaisseaux dont ils n'avaient pas reconnu l'existence.

D'après Simroth (1), le système aquifère des Ophiures se compose d'un anneau oral (*vas ambulacrale annulare*), auquel sont annexées cinq vésicules de Poli, et duquel partent, au niveau de chaque bras, un vaisseau qui le parcourt sur toute sa longueur (*vas. amb. brachiale horizontale*), donnant latéralement des branches aux tubes ambulacraires. Simroth trouve, en outre, des vaisseaux aquifères destinés aux parois du corps (*vasa amb. cavi*) qui partent, soit de l'anneau oral, soit du pédicule des vésicules de Poli, et qui se distribuent dans les espaces interradiaires, entre le tube digestif et la paroi du corps. Le système est complété par le canal du sable, qui aboutit à la plaque madréporique.

Le système vasculaire comprend un anneau oral (*vas sanguinigerum annulare*), dont la paroi externe est constituée par l'anneau nerveux, et la paroi interne par une membrane propre. Les troncs vasculaires du bras, dont Simroth n'indique pas les relations avec le cercle oral, sont au nombre de trois : un vaisseau médian (*vas sang. brach. medium*) et deux vaisseaux latéraux (*vasa sang. brach. lateralia*).

Ajoutons enfin que, dans l'interradius madréporique, la vésicule de Poli à laquelle s'applique le canal du sable, est entourée d'une enveloppe membraneuse particulière, formant une espèce de manchon que Simroth considère comme le cœur.

Lange (2) n'a pas donné un exposé d'ensemble du système circulatoire des Ophiures, chez lesquelles il a surtout étudié les caractères et les relations de la bandelette nerveuse des

(1) H. Simroth, *Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens* (*Zeitsch. f. Wissench. Zoologie*, Bd XXVII et XXVII, 1876).

(2) W. Lange, *Beiträge zur Anatomie und Histologie der Asterien un Ophiuren* (*Morph. Jahrb.*, Bd II, 1876).

bras. On voit, d'après ses figures, représentant des coupes d'*Ophioglypha*, que la bandelette nerveuse se trouve renfermée dans une cavité qui s'étend à la face ventrale du bras (*Langscanäle*), au-dessus de laquelle court le tronc aquifère. Sur la face dorsale de la bandelette nerveuse se trouve appliqué un vaisseau (*Gefäss*). Mais Lange ne dit rien des relations de ces vaisseaux avec les anneaux centraux; il n'est pas non plus question, dans son mémoire, d'un cœur annexé au système circulatoire.

Teuscher (1) admet, chez les Ophiures, un système de troncs aquifères et un système de vaisseaux périnerviens. Le premier comprend un cercle oral, les vésicules de Poli, et des branches radiaires. Le deuxième se compose d'un cercle oral périnervien, envoyant dans les bras des vaisseaux également périnerviens. Il existe de plus, dans chaque bras, un vaisseau dorsal et deux vaisseaux latéraux qui le parcourent sur toute sa longueur. Ces quatre vaisseaux longitudinaux sont reliés l'un à l'autre à l'aide de branches verticales, au nombre d'une paire par vertèbre, qui s'étendent du vaisseau ventral (nervien) au vaisseau latéral, et de là au vaisseau dorsal. Les vaisseaux latéraux envoient des branches dans les tissus des bras; ils s'ouvrent dans la cavité générale, ainsi que le vaisseau dorsal, au niveau de l'insertion du bras sur le disque.

L'une des cinq vésicules de Poli a une enveloppe remplie de petites plaques calcaires, et s'insère par son extrémité inférieure sur le bouclier buccal correspondant; cette formation représente le canal du sable, auquel Teuscher donne indifféremment le nom de *Steincanal* ou de *Steinsack*.

A l'intérieur de la vésicule ainsi modifiée se trouve une masse framboisée, gélatineuse, foncée, qui s'insère également, à l'aide d'un pédoncule, au bouclier buccal. Lorsqu'on pousse, par un tentacule, une injection dans le système aquifère, on ne voit jamais cette vésicule, transformée en canal

(1) R. Teuscher, *Beiträge zur Anatomie der Ophiuridæ* (*Jena. Zeitsch.*, Bd X, 1876).

du sable, s'injecter; si, au contraire, on pousse l'injection par la vésicule en question, on voit souvent la matière pénétrer dans l'anneau nervien, tandis que l'injection faite dans cet anneau ne pénètre jamais dans la poche du sable.

Ludwig (1) a étudié avec beaucoup de soin l'anatomie des Ophiures; de tous les travaux qui ont été publiés sur cette question, y compris le mémoire d'Apostolidès, c'est certainement ceux de Ludwig qui ont fait le mieux connaître l'organisation de ces animaux. Après avoir décrit minutieusement le trajet et la structure des troncs aquifères et du canal du sable, en relevant les erreurs commises par Simroth et par Teuscher, il établit une distinction très importante entre les vaisseaux proprement dits dont l'ensemble constitue le *système vasculaire*, et les *espaces périhæmaux* qui ont été confondus avec eux et qui sont de simples cavités; cette différence avait déjà été soupçonnée par Lange. L'un de ces espaces se trouve à l'entrée du tube digestif; un autre plus important est situé en dehors et en dessous du précédent; il renferme l'anneau nerveux oral et un cercle vasculaire. Cet espace périhæmal envoie un prolongement dans chaque bras, ainsi que l'anneau nerveux et le cercle vasculaire; les vaisseaux et les nerfs radiaires sont toujours renfermés dans ces espaces périhæmaux, et ils offrent avec les troncs aquifères les relations qui ont été indiquées par Lange. Les troncs vasculaires présentent une structure histologique différente de celle des troncs aquifères.

Au système vasculaire est annexé un cœur dont la structure ne laisse pas que d'embarrasser Ludwig. Comme il ne reconnaît pas dans cet organe les caractères d'un cœur, et que cependant il le considère comme l'organe central du système circulatoire, il l'appelle *Herzgeflecht* ou *Centralgeflecht*. Ce plexus central relie le cercle vasculaire oral à un autre cercle, qui n'avait pas encore été aperçu et qui est homologue au cercle anal décrit par l'auteur chez les autres Échinodermes. Ce cercle offre chez les Ophiures un trajet assez compliqué, et

(1) H. Ludwig, *Beiträge zur Anatomie der Ophiuren* (*Zeitsch. f. Wiss. Zoologie*, Bd XXXI et XXXIV, 1878 et 1880).

il est situé en partie dans la région ventrale, en partie dans la région dorsale du corps : c'est un canal sinueux, composé d'une série d'arcs alternativement concaves et convexes, les arcs convexes occupant une situation dorsale, les arcs concaves une situation ventrale.

En lisant le travail de Ludwig, sans idée préconçue, tout en reconnaissant qu'il a fait faire un grand pas à nos connaissances sur l'anatomie des Ophiures, on se voit obligé de regretter qu'il n'ait pas accompagné ses descriptions de figures assez nombreuses, ou plutôt de dessins faits d'après nature. Il ne donne, en effet, que des dessins schématiques. En particulier, il ne donne aucun dessin représentant la structure du cœur; et les relations de ce cœur ou plexus central avec le cercle oral, d'une part, et le cercle aboral de l'autre, ne sont indiquées que sur un dessin schématique où le cœur est représenté sous forme d'un simple trait.

J'arrive maintenant au travail d'Apostolidès (1), postérieur aux publications de Ludwig. Il étudie le cercle aquifère et le mode de distribution de ses branches radiaires, les vésicules de Poli et le canal du sable. Sa description est exacte; mais, arrivant après le mémoire de Ludwig, elle ne renferme aucun fait nouveau important. Il étudie ensuite le *cœur* des anciens auteurs, le *plexus central* de Ludwig, et montre que cet organe, « qui n'a pas de fibres musculaires, et qu'on n'a jamais vu battre », n'est pas un cœur. Il offre une cavité interne de laquelle partent en rayonnant des colonnes de cellules glandulaires, et il se prolonge inférieurement en un canal qui accompagne le canal du sable et vient s'ouvrir à côté de lui à l'extérieur; « on ne peut donc le considérer que comme une organe glandulaire dont le produit, vu l'étroite connexion de son conduit avec le pore de la plaque madréporique, doit être versé au dehors » ; Apostolidès donne à cet organe le nom de *glande piriforme*.

En ce qui concerne le système vasculaire, Apostolidès en nie

(1) N.-Ch. Apostolidès, *Anatomie et Développement des Ophiures* (*Arch. Zool. expérim.*, t. X, 1881).

complètement l'existence. Il discute assez longuement les résultats auxquels sont arrivés Simroth, Lange, Teuscher et Ludwig, et, oubliant l'importante distinction que Ludwig, précédé dans cette voie par Lange, avait établie entre les espaces périhæmaux et les vaisseaux proprement dits, il affirme que tous ces auteurs ont décrit, sous les noms de cercle oral et de vaisseaux radiaires, de simples espaces dépendant de la cavité générale. D'après lui, la cavité générale forme deux cavités secondaires qui entourent l'anneau nerveux et le cercle aquifère, et qui se réunissent pour pénétrer dans le bras, où elles forment l'espace radiaire ou périnervien; mais ces deux espaces ne sont pas clos, et ils s'ouvrent dans la cavité générale dont ils sont des dépendances. Quant au cercle vasculaire aboral décrit par Ludwig, Apostolidès affirme qu'il n'existe pas non plus : « Les prétendus vaisseaux formant le cercle aboral sont dus au tissu conjonctif dont les granules se colorent très vivement. »

Quant aux descriptions histologiques qu'on trouve dans ce travail, il n'est pas difficile, même à l'observateur le moins versé dans la connaissance des tissus chez les Échinodermes, de reconnaître qu'elles sont insuffisantes. Cela tient à un procédé de recherches très imparfait, auquel Apostolidès accorde beaucoup de valeur, l'examen des tissus frais dans l'eau de mer. Nous aurons occasion de relever bien des erreurs dans les descriptions d'Apostolidès relativement à l'histologie des Ophiures.

On voit par cette analyse des travaux relatifs au système circulatoire des Ophiures que les auteurs ont reconnu chez les animaux : 1° un système aquifère qui paraît actuellement bien connu; la courte description qu'en a donnée Teuscher a été confirmée et complétée par Ludwig, dont les recherches ont été ensuite confirmées par Apostolidès; 2° un système vasculaire comprenant, d'après Simroth et Teuscher, de larges canaux dans l'intérieur desquels se trouve renfermé le système nerveux; d'après Lange et Ludwig, des troncs de petit calibre

renfermés, avec le système nerveux, dans ces larges canaux qui ont été appelés par Ludwig espaces périhæmaux. L'existence de ces vaisseaux a été niée par Apostolidès.

Mes observations chez l'*Ophioglypha texturata* m'ont permis de reconnaître, outre le système aquifère, un système vasculaire distinct, dont les différentes parties sont situées avec le système nerveux dans ces cavités particulières appelées, par Ludwig, espaces ou canaux périhæmaux. J'étudierai donc successivement chez les Ophiures le système aquifère, les canaux périhæmaux et le système vasculaire. Je dirai aussi quelques mots du système nerveux : il présente avec le système vasculaire des relations trop étroites pour qu'on puisse se rendre bien compte de ses rapports sans étudier les nerfs qui accompagnent les troncs vasculaires du disque et des bras.

Mais avant de commencer l'étude du système circulatoire, je dois dire quelques mots sur la structure du tube digestif des Ophiures : Apostolidès en a donné une description absolument fantaisiste. J'ai retrouvé chez les Ophiures les mêmes dispositions que j'ai signalées chez les Échinides (1), et qui ont été retrouvées par Jourdan (2) chez les Holothuries, par Hamann (3) chez les Astéries. Bien que ce travail ait pour objet l'étude du système circulatoire, les erreurs commises par Apostolidès, relativement à l'histologie du tube digestif, sont trop grandes pour être passées sous silence.

STRUCTURE DU TUBE DIGESTIF

Apostolidès reconnaît dans le tube digestif des Ophiures quatre couches distinctes qui sont, en allant de l'intérieur à l'extérieur : une couche épithéliale interne, une couche à colo-

(1) R. Kœhler, *Recherches sur les Échinides des côtes de Provence* (*Ann. Mus. Hist. nat.*, Marseille, t. I, 1883).

(2) Ét. Jourdan, *Recherches sur l'Histologie des Holothuries* (*Ibid.*, t. I, 1883).

(3) O. Hamann, *Beiträge zur Histologie der Echinodermen*, II, *Die Asteriden*. Jena, 1885.

ration brune, une couche cellulaire et une couche externe épithéliale (1). Voici en résumé les caractères de ces différentes couches. La couche épithéliale interne comprend une couche de cellules cylindriques très serrées et vibratiles. La couche brune qui occupe les deux tiers de l'épaisseur de la paroi intestinale, renferme du pigment brun et est composée de fibres extrêmement minces; Apostolidès estime « qu'elle représente l'élément musculaire du tube digestif » ; ces fibres s'étendent de la couche épithéliale interne à la couche cellulaire. Celle-ci se compose de « plusieurs assises de cellules disposées sur plusieurs rangs : les formes cellulaires sont extrêmement nettes, et leur noyau très bien coloré par le picro-carminate ». Cette couche doit remplir un rôle glandulaire dans la paroi intestinale. Enfin, la dernière couche est un épithélium externe « qui sert d'enveloppe et qui se retrouve dans tout l'organisme; c'est une couche complètement diaphane, remplie de granulations qui se colorent en beau rouge par le carmin ».

Apostolidès est arrivé à ces résultats à l'aide de trois procédés : examen de tissus frais dans l'eau de mer, coupes sur des tissus frais toujours examinés dans l'eau de mer, et enfin traitement par l'acide azotique.

Or, si l'on examine une coupe du tube digestif de l'*Ophioglypha* fixé et coloré d'une manière convenable (acide osmique ou sublimé, carmin de Grenacher), on reconnaît dans sa paroi la même structure que chez les autres Échinodermes (pl. IX, fig. 13), c'est-à-dire un épithélium interne (*e, i*) excessivement développé, à plusieurs rangs de cellules très allongées, offrant un plateau assez épais supportant des cils vibratiles, et dont les noyaux occupent les régions moyenne ou inférieure; puis un ensemble de tissus formant une mince assise dans laquelle on trouve une couche conjonctive (*ic*), une couche de fibres musculaires longitudinales et transversales (*im*), et enfin un épithélium externe à une seule couche de cellules vibratiles se

(1) Apostolidès, *Anatomie des Ophiures* (*Archives Zool. exp.*, t. X, pl. 7, fig. 1).

continuant avec le revêtement de la cavité générale, et séparé de la couche musculaire par une très mince couche de fibrilles conjonctives. Ces différentes couches sont plus ou moins distinctes les unes des autres, suivant les points examinés.

Si nous comparons cette description, que j'ai tout lieu de croire exacte, à celle d'Apostolidès, nous voyons que la couche externe ou épithélium externe, *complètement diaphane et remplie de granulations*, doit représenter les couches musculaires et conjonctives, y compris l'épithélium péritonéal; que la couche cellulaire, *dont les formes cellulaires sont extrêmement nettes*, n'est autre chose que l'ensemble des noyaux des cellules épithéliales internes; que les *fibres musculaires* de la couche brune sont les parois des cellules épithéliales; quant à la couche épithéliale interne, *formée de cellules cylindriques vibratiles serrées*, elle paraît ressembler beaucoup au plateau strié de ces mêmes cellules épithéliales. Et à propos de la couche de ces fibres musculaires, Apostolidès ajoute encore : « C'est à elle qu'est dévolu le rôle de rapprocher l'une de l'autre les parois inférieure et supérieure de l'intestin. » Une description aussi étonnante se passe de tout commentaire.

SYSTÈME AQUIFÈRE

Je n'ai rien à ajouter au travail de Ludwig sur la forme et sur la disposition du cercle aquifère oral, sur les branches qu'il envoie dans les bras et sur la disposition du canal du sable qui s'élargit à son extrémité inférieure et se contourne plusieurs fois sur lui-même avant de déboucher à l'extérieur (pl. VII, fig. 1, *cs* et *c's'*). Rien n'est, au reste, plus facile que d'injecter l'ensemble du système aquifère par une vésicule de Poli.

Les recherches d'Apostolidès sur le système aquifère ont confirmé celles de Ludwig; je laisse donc de côté tout ce qui concerne l'anatomie du système aquifère, car il est inutile de répéter ici la description donnée par ce dernier savant.

La situation exacte et les relations du cercle aquifère sont faciles à déterminer sur les coupes verticales, comme celle qui est représentée planche VII, figure 2. On voit d'après cette coupe que le cercle aquifère (*af. o*) se trouve immédiatement appliqué sur le muscle interradial externe (*m. i. e*), et qu'il est recouvert par la paroi de la face ventrale du tube digestif (*i. e*). Dans l'interradius madréporique, il est très voisin de l'organe appelé par Ludwig *Centralgeflecht*, et par Apostolidès *glande piriforme*, et auquel nous donnerons le nom de *glande madréporique* (*gm*). Ainsi que le montre cette même coupe, le prolongement horizontal qui continue cette glande à son extrémité supérieure et qui la rattache au cercle vasculaire oral, passe immédiatement au-dessus du cercle aquifère (*gs*).

Dans les bras, le tronc aquifère court le long de la ligne médiane, à la face inférieure des ossicules discoïdes ou pièces ambulacraires, et à la partie supérieure du canal périhæmal qui renferme le nerf radial et le tronc vasculaire qui l'accompagnent. La couche conjonctive externe se confond avec la paroi conjonctive de ce canal (pl. IX, fig. 15 et 16, *af. r*). Une coupe longitudinale verticale, passant par le plan sagittal du bras et comprenant la portion voisine du disque (pl. IX, fig. 12) montre le cercle aquifère (*af. o*) et le tronc qui s'en détache (*af. r*) pour pénétrer dans le bras.

La forme des vaisseaux aquifères n'a rien de régulier. L'anneau oral se présente en coupe transversale sous forme d'un quadrilatère (pl. VII, fig. 2, *af. o*). Dans les bras, la forme des vaisseaux est très variable (fig. 15 et 16) ; ils présentent sur les coupes transversales des angles rentrants et des sinuosités, car ils se moulent sur les organes voisins.

En ce qui concerne la structure des vaisseaux aquifères, on peut remarquer que le cercle oral et les troncs radiaires sont composés des mêmes éléments (pl. VII, fig. 2, pl. IX, fig. 15 et 16). On reconnaît d'abord une membrane qui paraît de nature élastique : elle offre sur les coupes des contours très nets ; elle est très brillante et se colore mal par les matières colorantes ; vue de face, elle ne présente aucun détail de

structure. En dehors de cette membrane, on trouve quelques fibrilles conjonctives qui se confondent avec les tissus ambiants. La membrane élastique est doublée à sa face interne par une couche de fibres musculaires parallèles à l'axe des vaisseaux; cette couche est très mince, et on l'aperçoit difficilement sur les coupes, sauf quelquefois sur des coupes un peu obliques. En étalant la paroi d'un vaisseau et en l'étudiant par sa face interne, on reconnaît sans difficulté ces petites fibrilles, qui sont disposées parallèlement les unes aux autres, et qui sont traversées par quelques fibres circulaires. Enfin, la couche musculaire est tapissée d'une couche de cellules épithéliales vibratiles serrées, dont on n'aperçoit le plus souvent, sur les coupes, que les noyaux colorés.

D'après Apostolidès, la paroi des vaisseaux aquifères serait constituée d'une manière différente de celle que je viens d'indiquer. Il observe en effet, en examinant cette paroi chez un animal vivant, qu'elle est formée d'un tissu diaphane ; mais, si l'on traite un vaisseau par l'acide azotique, on aperçoit bien la structure des fibres. « La paroi, dit-il, présente deux couches, une extérieure et une intérieure, à la limite de laquelle je crois pouvoir dire, sans oser l'affirmer, qu'il existe des formes cellulaires et un revêtement très évident de cils vibratiles. La paroi externe est formée exclusivement de fibres longitudinales de tissu conjonctif... La structure de la couche interne n'est pas facile à déterminer : c'est un endothélium propre; on n'y distingue ni fibres ni granulations; c'est un véritable tissu hyalin, réfractant la lumière, sans éléments distincts. Outre les fibres longitudinales, il existe des fibres transversales. »

D'après cette description, il semble qu'Apostolidès n'ait pas distingué la couche élastique de la couche musculaire sous-jacente, puisqu'il parle d'une paroi diaphane à l'état frais, dans laquelle l'acide azotique fait apparaître des fibres, fibres qu'il considère comme conjonctives, et qui en réalité sont musculaires. Quant à la couche interne, il est vrai qu'elle est de nature épithéliale; mais ne semble-t-il pas curieux de voir nommer une couche épithélium, parce qu'elle apparaît comme

un tissu hyalin, réfringent, sans éléments distincts, dans laquelle on ne reconnaît pas de fibres ? Et c'est à la limite de cet épithélium qu'Apostolidès croit pouvoir dire qu'il existe des formes cellulaires et un revêtement très évident de cils vibratiles.

Les quatre vésicules de Poli qui s'ouvrent dans le cercle oral présentent une paroi plus épaisse et une structure un peu plus compliquée que les vaisseaux aquifères. On trouve, en effet, dans leur paroi, en allant de l'extérieur à l'intérieur (pl. VIII, fig. 9) : une couche assez épaisse de fibrilles conjonctives parsemées de noyaux et recouverte par le revêtement endothélial de la cavité générale (*c*); une couche assez développée de fibres musculaires (*m'*), une membrane élastique réfringente (*m. l*), et une couche interne de fibres musculaires (*m*), tapissée par l'épithélium vitratile ordinaire des vaisseaux aquifères. La couche externe de fibres musculaires est plus épaisse que la couche interne. Ces fibres sont presque toutes annulaires ; quelques-unes seulement ont une direction longitudinale. On trouve généralement contre la face interne de la paroi une masse grisâtre enfermant des cellules arrondies, granuleuses; cette masse n'est autre chose que du liquide coagulé par des réactifs, et appliqué contre l'épithélium, dont il masque les éléments (*c. l*).

La paroi des vésicules de Poli diffère donc de celle des vaisseaux aquifères par la présence d'une forte couche musculaire en dehors de la membrane élastique, et par l'épaisseur plus considérable de la tunique conjonctive externe. Il n'est donc pas exact de dire, comme Apostolidès, que les vésicules de Poli offrent une parfaite ressemblance de structure avec les vaisseaux aquifères.

Les vaisseaux aquifères des bras donnent, à droite et à gauche, sur toute leur longueur, des branches dont le trajet est bien connu et qui s'ouvrent dans les tentacules ou tubes ambulacraires. On sait que les tentacules buccaux reçoivent directement leurs branches du cercle oral. Les tubes ambulacraires présentent une structure analogue à celle des vais-

seaux aquifères, mais les couches qui les constituent offrent évidemment des épaisseurs différentes.

On trouve, en allant de l'extérieur à l'intérieur (pl. IX, fig. 18) : un épithélium externe offrant des cellules allongées non vibratiles (*e. p*), qui se continue à la base du tube avec le revêtement général du corps ; une couche conjonctive (*c*) à fibrilles entre-croisées et parsemées de noyaux, une couche de fibres musculaires longitudinales (*m*), et un épithélium interne vibratile à une seule couche de cellules. A la limite interne de la couche conjonctive, on distingue difficilement un liséré brillant (*m. l*) indiquant la présence d'une membrane élastique qui continue la membrane de même nature que nous avons indiquée dans la paroi des vaisseaux aquifères.

Chez l'*Ophioglypha texturata*, l'épithélium externe présente une épaisseur assez faible, et son contour est simplement sinueux (fig. 18), mais chez l'*Ophiotryx fragilis*, comme Apostolidès l'a déjà indiqué, le tube ambulacraire présente un grand nombre de petites aspérités : celles-ci sont dues à des épaississements de la couche épithéliale auxquels ne prennent pas part les autres couches. Ainsi que le montrent les coupes transversales d'un tube ambulacraire d'*Ophiotryx* (pl. VIII, fig. 7), la couche épithéliale (*e. p*) présente une série de prolongements inégaux coniques qui produisent cette apparence remarquée chez l'animal vivant. La couche conjonctive sous-jacente (*c*) est relativement épaisse ; la couche musculaire (*m*) est beaucoup plus mince.

J'ai pu suivre sur quelques préparations le nerf ambulacraire jusqu'à l'extrémité du tentacule, mais je n'ai pas distingué de renflement à son extrémité, ainsi que cela arrive chez les *Échinides*. Au milieu des cellules épithéliales externes, on observe sur les dissociations un certain nombre de cellules allongées, filiformes, très renflées dans la région moyenne qui renferme le noyau. Ces cellules sont identiques aux cellules sensitives que j'ai observées chez les Échinides (1), et qui ont

(1) *Recherches sur les Échinides des côtes de Provence*, pl. VI, fig. 47.

été retrouvées par Jourdan chez les Holothuries, et par Hamann chez les Astéries.

Les tubes ambulacraires offrent donc chez les Ophiures la même structure que chez les autres Echinodermes. Hamann n'indique cependant pas, chez les Astéries, la membrane élastique, mais Vogt et Yung reconnaissent chez l'*Astropecten* une membrane hyaline séparant les couches conjonctive et musculaire. Cette membrane élastique est très développée chez les Échinides, chez lesquels la couche conjonctive est beaucoup plus épaisse que chez les Astéries et les Ophiures.

Pour terminer l'étude du système aquifère, il reste encore à examiner les rapports des vaisseaux aquifères avec les tubes ambulacraires. Les petites branches qui se détachent du tronc aquifère radiaire, pour pénétrer dans les tentacules, offrent un mode de terminaison particulier qui a été indiqué par Jourdain (1) chez les Astéries, et qui a été décrit en détail chez ces animaux par Lange d'abord, puis par Ludwig et Hamann. Ces auteurs donnent à cet appareil le nom de *Ventilapparat*. Hamann, en particulier, en a donné un très bon dessin chez l'*Asterias rubens* (2). D'après Ludwig, la même disposition existe chez les Ophiures.

Vu la petitesse de la branche aquifère qui débouche dans un tube ambulacraire, son mode de terminaison dans le tube est plus difficile à reconnaître chez les Ophiures que chez les Astéries. Cependant, sur des coupes bien orientées, on reconnaît que les parois du vaisseau aquifère se continuent jusqu'à une certaine distance dans l'intérieur du tube ambulacraire : en d'autres termes, l'extrémité du vaisseau aquifère se prolonge librement dans la cavité du tentacule (fig. 18, *a'f. t'*). Comme l'ont fait remarquer les auteurs cités ci-dessous, il résulte de cette disposition que le liquide renfermé dans les troncs aquifères peut facilement pénétrer dans le tube ambulacraire pour en provoquer l'érection, mais reflue moins facilement dans le canal qui l'avait amené, les deux lèvres du

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, 1866,

(2) Hamann, *Die Asteriden*, Heft 2, taf. VII, fig. 66.

prolongement qui continue le vaisseau afférent tendant à se rapprocher l'une de l'autre lorsque le tube ambulacraire se contracte.

Ludwig n'est pas certain si cette disposition, qu'il a reconnue dans les tubes ambulacraires des bras, existe aussi dans les tentacules buccaux ; or, la coupe que j'ai représentée planche IX, figure 18, pour montrer la terminaison du vaisseau aquifère dans un tube ambulacraire, appartient précisément à un tentacule buccal d'*Ophioglypha*.

Apostolidès n'a pas reconnu ce mode de terminaison : « Nous avons toujours vu, dit-il, les tentacules complètement remplis, et à leur base, quel que soit le moyen employé, nous n'avons jamais vu cette disposition, qui est contraire à notre supposition que les tentacules font directement suite aux vaisseaux. »

CAVITÉ GÉNÉRALE ET CANAUX PÉRIHÆMAUX

(Entérocœle et Schizocœle)

La cavité générale des Ophiures, réduite à une fente étroite séparant le tube digestif et les parois du corps, et traversée par des brides conjonctives irrégulières, ne constitue pas la seule cavité qu'on rencontre chez ces animaux, et n'envoie pas de prolongement s'étendant le long de la face ventrale des bras, comme l'avait cru Apostolidès. Ainsi que l'a montré Ludwig, il faut bien distinguer de la cavité générale d'une part, des troncs vasculaires de l'autre, certains espaces parfaitement clos possédant des parois propres, qu'il appelle *espaces* ou *canaux périhœmaux*. On peut donner aussi à l'ensemble de ces cavités le nom de *Schizocœle*. Mes observations sont très conformes à celles de Ludwig ; mais, comme ce naturaliste n'a représenté dans ses planches que des dessins schématiques, je crois devoir donner sur ces espaces périhœmaux quelques détails qui permettront de mieux comprendre les figures qui accompagnent ce mémoire, d'autant plus qu'il me

semble que les canaux périhæmaux de Ludwig n'ont pas tous la même signification ni la même origine embryogénique.

Lorsqu'on détache la partie supérieure du disque d'une Ophiure et qu'on enlève en même temps la paroi dorsale du tube digestif, on remarque, à l'entrée de l'intestin, un anneau assez large, dont le bord interne est libre, tandis que le bord externe se rattache à la paroi intestinale (pl. VIII, fig. 8). Cet anneau est creux, et, en introduisant une canule dans sa cavité, on peut l'injecter et se convaincre que cette cavité est parfaitement close, car l'injection qu'on y pousse peut en distendre les parois, mais ne s'échappe par aucun côté. Ludwig a donné à cet anneau le nom d'espace périhæmal oral interne (1). Apostolidès n'a pas vu ce canal annulaire, bien facile à reconnaître cependant sur les dissections, et qui frappe quand on regarde par en haut la face ventrale du tube digestif.

Une coupe verticale comprenant la région ventrale du disque d'une Ophiure (pl. VII, fig. 2) montre que l'espace en question (*sp.o*) prend naissance grâce à un repli de la paroi intestinale formant une gouttière très profonde, transformée en canal fermé par le développement d'une cloison s'étendant obliquement entre les parois adossées de l'intestin. L'espace annulaire se trouve donc limité, en haut et en bas, par la paroi intestinale, tandis que sa paroi externe n'offre que l'endothélium ordinaire de la cavité générale. L'épithélium intestinal qui tapisse la paroi supérieure de cet espace passe à la paroi inférieure, puis s'amincit rapidement et se continue alors avec l'épithélium, qui recouvre d'une couche très peu épaisse la surface du corps.

Le canal annulaire étant compris dans un repli de la paroi intestinale, ses parois dorsale et ventrale offrent donc toutes les couches qu'on rencontre dans le tube digestif. En particulier, le canal offrira un revêtement endothélial interne formé par les mêmes cellules vibratiles qu'on rencontre sur toute la

(1) *Zeitsch. f. w. Zoologie*, Bd XXXIV, tf. 16, fig. 18, *i* PH.

face externe du tube digestif. Il faut remarquer que l'épithélium intestinal n'offre pas tout à fait les mêmes caractères sur la paroi dorsale que sur la paroi ventrale du canal. L'épithélium de la paroi dorsale se continue avec l'épithélium qui tapisse le tube digestif (pl. VII, fig. 2) et offre les mêmes caractères que lui : ainsi on remarque que les noyaux des cellules ne sont pas irrégulièrement disséminés dans toute la couche épithéliale, mais qu'ils en occupent seulement la région moyenne, ce qui arrive sur toute l'étendue du tube digestif. Au contraire, à mesure qu'on se rapproche de l'épithélium qui tapisse la paroi ventrale du canal, on observe que les noyaux cessent de se grouper dans la région moyenne de la couche, et qu'ils sont dispersés irrégulièrement dans les cellules, à toutes les hauteurs.

Il n'est pas exact de donner à ce canal le nom de canal périhæmal; au sens étymologique du mot, canal périhæmal signifie un espace entourant un vaisseau sanguin, ce qui n'est pas le cas pour le canal que nous étudions. Je réserve donc le terme de canaux périhæmaux aux espaces que nous allons étudier maintenant, et j'appellerai simplement *espace oral* le canal annulaire qui se trouve à l'entrée du tube digestif des Ophiures. Nous verrons, de plus, tout à l'heure, qu'il y a encore une autre raison pour distinguer l'espace oral des canaux périhæmaux *s. str.*

Dans l'espace oral on trouve un liquide renfermant des cellules chargées de granulations pigmentaires identiques à celles qu'on connaît dans le liquide de la cavité générale.

Le système des vrais canaux périhæmaux comprend un canal annulaire (pl. VII, fig. 1 et pl. VIII, fig. 6, *p. o*), situé un peu en dehors et en dessous de l'espace oral ; il est appliqué contre la face supérieure des pièces buccales et se trouve logé dans un sillon creusé dans ces pièces calcaires, et qui offre la même forme que lui. Nous l'appellerons *cercle périhæmal oral*. Ce cercle est recouvert par la paroi ventrale du tube digestif, qu'il faut enlever complètement pour l'apercevoir.

Le canal périhæmal oral n'est pas un cercle régulier, car il offre un trajet sinueux : il est formé d'arcs successifs, alternativement concaves et convexes : les parties convexes se trouvent vis-à-vis des bras, c'est-à-dire dans les radius, les parties concaves dans l'intervalle des bras, c'est-à-dire dans les interradius.

Étudié sur les coupes transversales verticales, le cercle périhæmal présente un contour assez régulièrement circulaire (pl. VII, fig. 2; pl. VIII, fig. 4; pl. IX, fig. 14 et 17, *p. o*). Il est limité par une paroi conjonctive assez épaisse ; il renferme dans son intérieur l'anneau nerveux (*n. o*), dont nous étudierons un peu plus loin les caractères, et une autre formation appartenant au système circulatoire et que nous désignerons sous le nom de *cercle vasculaire oral* (*v. o*). Le vaisseau et le nerf n'occupent pas toute la cavité du canal périhæmal : il reste, entre ces deux organes et la paroi du canal, un espace libre qui renferme un liquide analogue à celui de la cavité générale.

La face interne du cercle périhæmal présente un revêtement de petites cellules aplaties, qui ne ressemblent pas du tout à celles de l'enthothélium péritonéal et qui ne sont pas vibratiles. On ne reconnaît sur les coupes que de minces noyaux espacés, appliqués contre la paroi du canal.

D'après les recherches de Ludwig chez les Astéries, il existe aussi chez ces animaux un système de canaux périhæmaux comprenant un cercle oral homologue à celui que nous étudions chez les Ophiures. Seulement ce cercle n'offre pas tout à fait les mêmes caractères chez les Astéries que chez les animaux qui nous occupent, ainsi qu'on peut s'en assurer en comparant les figures 20 et 21 du mémoire de Ludwig, aux figures 2, 4, 14 et 17, qui accompagnent ce travail. En effet, chez les Astéries, le cercle périhæmal a sa paroi inférieure formée par l'anneau nerveux, et il est divisé en deux parties par une cloison oblique dans l'épaisseur de laquelle se trouve compris le cercle vasculaire oral. Chez les Ophiures l'anneau nerveux se trouve entièrement enfermé dans le cercle péri-

hæmal : c'est une bandelette aplatie qui s'attache par ses bords aux parois du canal (*n. o*). Quant au cercle vasculaire, il est appliqué contre la paroi externe du canal (*v. o*). Il existe aussi une cloison conjonctive dans le cercle périhæmal des Ophiures (fig. 4, 14 et 17, *p. o*), mais cette cloison, qui ne renferme pas dans son épaisseur le cercle vasculaire, s'insère, d'une part, sur la paroi du cercle près du vaisseau, vers l'un des bords de la bandelette nerveuse, et elle se perd, d'autre part, dans le tissu conjonctif qui avoisine le bord opposé de cette bandelette. La longueur de cette cloison est d'ailleurs assez variable : en certains points, elle s'étend d'un point de la paroi du cercle périhæmal au point diamétralement opposé (pl. IX, fig. 14) ; ailleurs elle est plus courte et se termine avant d'atteindre le bord de la bandelette nerveuse (pl. VIII, fig. 4). Cette cloison est toujours très rapprochée de la face du nerf qui contient les cellules nerveuses ; quelquefois elle lui est accolée.

Quoi qu'il en soit des variations qu'elle peut offrir, cette cloison divise toujours le cercle périhæmal en deux cavités secondaires, dont l'une, très grande ($p'o'$), renferme l'anneau nerveux et le cercle vasculaire, tandis que l'autre, plus petite, ne renferme aucun organe ($p''o''$). Elle porte d'ailleurs sur ses deux faces les mêmes cellules endothéliales aplaties qu'on observe sur la face interne du canal périhæmal.

En poussant une injection dans le cercle périhæmal, on reconnaît que celui-ci envoie un prolongement dans chaque bras (pl. VII, fig. 1 ; pl. VIII, fig. 6). La matière à injection va remplir cinq canaux qui pénètrent chacun dans un bras et qui se placent au-dessous du vaisseau aquifère correspondant. Ces canaux constituent les *canaux périhæmaux radiaires*. Les vaisseaux qui partent du cercle vasculaire oral pour pénétrer dans les bras ainsi que les nerfs radiaires sont toujours logés dans les canaux périhæmaux, le vaisseau se plaçant au-dessus du nerf (pl. IX, fig. 15 et 16). Les coupes transversales du bras montrent, en effet, au-dessous du vaisseau aquifère, un vaste espace limité par une paroi conjonctive tapissée à sa face

interne par un endothélium aplati (p' o' et p'' o''). Comme dans le cercle périhæmal oral, cet espace est divisé par une cloison (*p. c*) en deux chambres dont la supérieure renferme le nerf et le tronc vasculaire qui lui est accolé. La cloison est toujours très rapprochée de la face ventrale du nerf radiaire : c'est aussi dans la région ventrale de ce nerf que sont groupées les cellules nerveuses. La chambre inférieure ne renferme aucun organe; nous retrouvons donc dans les canaux périhæmaux radiaires les mêmes dispositions que dans le cercle oral dont ils proviennent. La cloison verticale qui, chez les Astéries, divise le canal radiaire en deux cavités latérales, et qui renferme dans son épaisseur les prolongements du cercle vasculaire oral, n'existe pas chez les Ophiures.

Au niveau de la deuxième pièce ambulacraire, la cavité du canal périhæmal radiaire est en partie occupée par le muscle que Ludwig appelle muscle inférieur de la deuxième vertèbre. Cette disposition se reconnaît facilement sur une coupe verticale sagittale (pl. IX, fig. 12).

Les canaux périhæmaux ne constituent pas un système parfaitement clos; ils communiquent avec la cavité générale. Teuscher, en décrivant les troncs vasculaires des bras, avait déjà distingué, outre le vaisseau ventral (qui correspond au canal périhæmal radiaire), un vaisseau dorsal s'ouvrant dans la cavité générale et relié au premier par des troncs verticaux, au nombre d'une paire au niveau de chaque pièce ambulacraire. Or le vaisseau dorsal de Teuscher, n'est autre chose qu'un prolongement de la cavité générale qui s'étend le long de la face dorsale du bras, au-dessus des vertèbres, sous forme d'un espace très étroit. Quant au tronc périhæmal radiaire, il donne au niveau du point où se détachent du nerf radial les branches destinées aux tubes ambulacraires, deux prolongements latéraux qui se recourbent et se relèvent pour se diriger sur la face dorsale du bras.

Or, lorsqu'on pousse une injection dans le cercle périhæmal, il n'est pas rare de voir la matière, après avoir rempli les canaux périhæmaux radiaires, pénétrer dans la cavité dorsale

du bras et, de là, venir se répandre dans la grande cavité située entre les téguments et le tube digestif.

Pour affirmer, d'une façon absolue, que les canaux périhæmaux communiquent avec la cavité dorsale du bras, il faudrait constater cette communication sur des coupes, ce que malheureusement il m'a été impossible de reconnaître. Je n'ai pas pu observer d'une manière certaine, sur les coupes du bras, une continuité parfaite de tissus entre les branches latérales des canaux périhæmaux radiaires et la cavité dorsale du bras, ou, en d'autres termes, voir le passage d'une cavité tapissée par un endothélium à cellules aplaties, à une cavité tapissée par l'endothélium ordinaire de la cavité générale.

Bien que les coupes ne m'aient pas permis de contrôler les résultats obtenus à l'aide des injections, je crois cependant pouvoir admettre cette communication.

En effet, si l'injection faite par le canal périhæmal pénètre dans la cavité générale, ce fait ne peut s'expliquer qu'en admettant une communication réelle, ou bien une rupture de tissus. Or je crois que mes injections étaient faites sous une pression trop faible pour pouvoir provoquer une semblable rupture.

Nous verrons un peu plus loin, en étudiant le système vasculaire, que le cercle périhæmal oral communique encore avec la cavité qui existe entre la glande madréporique et son enveloppe conjonctive, ou qu'en d'autres termes, cette glande est située dans un espace faisant partie du système des canaux périhæmaux.

Il faut donc bien distinguer chez les Ophiures l'espace oral, canal annulaire qui n'est autre chose qu'un simple repli de la paroi intestinale complété par une cloison et qui est parfaitement clos, et les canaux périhæmaux qui n'ont aucune relation avec cet espace, mais qui présentent, au contraire, une communication avec la cavité générale : c'est ce qui nous explique pourquoi nous rencontrons dans ces deux formations les mêmes éléments figurés.

Hamann a recherché comment prenaient naissance chez les

Astéries les canaux périhæmaux qui appartiennnent à ces formations qu'on désigne ordinairement sous le nom de *Schizocœle*. Il attribue une grande importance à ce fait que ces canaux ne possèdent pas le même revêtement épithélial vibratile que la cavité générale, mais présentent seulement un revêtement de cellules conjonctives en forme d'endothélium : *nur Bindesubstanzzellen endothelartig eine Auskleidung besorgen*. Il a montré que ces canaux n'étaient, en effet, autre chose que des lacunes creusées secondairement dans les tissus mésodermiques ; qu'ils n'appartenaient pas du tout à la cavité générale d'origine entérocœlique et n'étaient, par conséquent, pas de simples prolongements de celle-ci.

Il est évident que les canaux périhæmaux chez les Ophiures ont la même signification et prennent naissance par les mêmes processus embryogéniques que chez les Astéries. Comme chez ces dernières, les canaux périhæmaux des Ophiures n'offrent, en effet, qu'un mince revêtement de cellules non vibratiles. Quant à l'espace oral qui se trouve à l'entrée du tube digestif, il est tapissé, au contraire, de cellules cubiques et vibratiles identiques à celles de l'épithélium péritonéal. Je serais donc porté à croire qu'il n'est pas une cavité schizocœlique, mais qu'il fait partie de la cavité générale, de l'entérocœle, dont il s'est isolé en acquérant une paroi propre.

Tel est surtout le motif qui m'a conduit à le distinguer des vrais canaux périhæmaux avec lesquels Ludwig l'avait confondu dans une même dénomination. Il est vrai qu'en l'absence de documents embryogéniques la question ne peut être définitivement tranchée.

Ludwig n'avait, du reste, pas fait cette distinction, établie plus tard par Hamann, entre les cavités qui sont des prolongements directs de la cavité générale et les cavités qui prennent naissance secondairement et apparaissent sous forme de simples lacunes conjonctives. Pour lui les canaux périhæmaux sont simplement des portions de cavité générale qui se sont isolées plus ou moins complètement.

Chez les Astéries, la communication des canaux périhæmaux

avec la cavité générale est très discutée. Cependant cette communication a été décrite, parmi les auteurs qui ont étudié récemment la question, par Ludwig et par Perrier et Poirier (1). Vogt et Yung n'ont pas pu la reconnaître; ils croient que cette communication existe, mais ils n'en ont aucune preuve certaine.

Si cette communication entre le cœlome et les cavités schizocœliques est confirmée chez les Astéries aussi bien que chez les Ophiures, il y aura lieu de rechercher comment elle s'établit chez la larve. Dans l'état actuel de nos connaissances, on s'expliquerait difficilement qu'elle ne fût pas réalisée.

Nous reviendrons un peu plus loin sur cette question lorsque nous parlerons des éléments qui prennent naissance dans la glande madréporique et même dans tout le système vasculaire, et qui sont identiques à ceux de la cavité générale, lesquels se retrouvent également dans les canaux périhæmaux.

Les canaux périhæmaux ont déjà été remarqués par les observateurs qui ont étudié les Ophiures avant Ludwig, mais ils avaient été en général interprétés d'une manière inexacte. Ce sont ces canaux que Teuscher a appelés *vaisseaux périnerviens*. Il décrit, sous le nom de *Nervengefässring* le cercle périhæmal (voy. la fig. 9, pl. IX, *n. gr.* de son mémoire), et de *Nervengefäss*, le canal périhæmal radiaire (*n. gr*, fig. 1 et 12). Il n'indique pas l'existence d'une cloison dans ces canaux. Nous savons que les autres vaisseaux qu'il décrit dans le bras sont des prolongements de ces canaux périhæmaux ou de la cavité générale.

Simroth a pris, comme Teuscher, les canaux périhæmaux pour des vaisseaux. Les trois troncs vasculaires (vaisseau médian et vaisseaux latéraux), qu'il trouve dans le bras, correspondent au tronc radiaire périhæmal peut-être divisé en trois cavités secondaires chez l'*Ophiadis virens*, qu'il a étudié.

Lange paraît avoir mieux interprété la signification de ces

(1) Perrier et Poirier, *Sur l'appareil circulatoire des Étoiles de mer* (*Comptes rendus*, t. XCIV, 1882).

espaces périnerviens, qu'il appelle *Langscanäle des radialen Nervenbahn;* au moins il les distingue des vaisseaux, et il les désigne toujours sous le nom de canaux.

Apostolidès s'est aussi mépris sur la nature des cavités logeant les nerfs dans le disque et dans les bras. Il admet que l'anneau nerveux est logé dans un espace périnervien, lequel envoie des prolongements dans les bras, les canaux radiaires; d'autre part, il admet que l'espace compris entre les téguments et le tube digestif, l'espace péristomacal, c'est-à-dire la cavité générale, comprend dans sa partie inférieure, plus rétrécie, l'anneau aquifère. Autour de chaque vaisseau aquifère se rendant à un bras se trouve un espace creusé dans un ossicule discoïde, et qui dépend de la cavité générale. Or, ajoute-t-il, ces deux espaces marchent à la rencontre l'un de l'autre, en même temps que les parties qu'ils contiennent; ils se réunissent ainsi à la hauteur de la rainure, mettant en large communication l'espace périnervien avec la cavité générale. J'ai tout lieu de croire que cette description n'est pas exacte, et que les canaux périhæmaux (ou périnerviens pour Apostolidès) communiquent avec la cavité générale par l'intermédiaire des branches verticales indiquées plus haut, et dont il existe autant de paires qu'il y a de pièces ambulacraires dans le bras. Quant à l'espace oral, il a déjà été dit qu'Apostolidès ne paraissait pas avoir soupçonné son existence.

SYSTÈME NERVEUX

Bien que j'aie peu de faits nouveaux à présenter relativement au système nerveux des Ophiures, ce système offre des relations trop intimes avec les canaux périhæmaux et le système vasculaire pour que je puisse ne pas en parler. J'ai d'ailleurs quelques remarques à faire sur la disposition des éléments qu'on trouve dans les nerfs.

Je n'ai pas besoin de rappeler la disposition bien connue de l'anneau nerveux central et des nerfs radiaires. L'anneau

nerveux est logé dans le cercle périhæmal oral, et il offre chez l'animal vivant une teinte brunâtre. Il a la forme d'une ban delette aplatie latéralement, et s'insérant par ses bords à la paroi du canal qui le renferme. Sur les coupes verticales (pl. VII, fig. 2; pl. VIII, fig. 4; pl. IX, fig. 14 et 17, *n. o*), on remarque que l'anneau nerveux se présente sous la forme d'un croissant, à cornes très courtes, c'est-à-dire que sa coupe rappelle celle d'une lentille concave-convexe, la concavité étant tournée vers l'extérieur, et la convexité vers l'intérieur. Vers le bord supérieur de la bandelette se trouve le cercle vasculaire oral (*v. o*). Parallèlement à la face convexe s'étend la cloison qui divise le cercle périhæmal en deux cavités secondaires. C'est dans la région interne de la bandelette que se trouvent les cellules nerveuses.

Les nerfs radiaires donnent, comme on sait, des branches latérales destinées aux tubes ambulacraires, et des branches dorsales qui se perdent dans les muscles des bras. Le nerf radiaire forme une bandelette aplatie verticalement.

Étudiés sur des coupes transversales, les nerfs radiaires n'offrent pas la même forme sur toute leur longueur. En effet, sur les points où naissent les branches qui se rendent aux tubes ambulacraires, les nerfs radiaires présentent des renflements assez apparents. Au niveau de ces renflements, la bandelette présente une plus grande épaisseur et s'amincit sur les côtés pour se continuer avec les branches tentaculaires (pl. IX, fig. 16), tandis que dans l'intervalle qui sépare deux renflements successifs le nerf a la forme d'une bandelette aplatie, moins épaisse, mais plus large qu'au niveau de ces renflements, et qui est même un peu renflée sur les bords (pl. IX, fig. 15).

Le tronc vasculaire radiaire (fig. 15 et 16) est appliqué contre la face dorsale du nerf, le long de la ligne médiane. C'est dans la région ventrale du nerf que sont groupées les cellules nerveuses; la cloison horizontale qui divise le canal périhæmal radiaire court parallèlement à cette face ventrale. La face ventrale du nerf radiaire correspond donc à la face interne

de la bandelette qui constitue l'anneau oral, et sa face dorsale à la face externe de cette bandelette.

Le système nerveux des Ophiures comprend les éléments ordinaires qu'on observe dans le système nerveux des autres Échinodermes, c'est-à-dire des fibrilles et des cellules nerveuses. L'anneau oral et les nerfs radiaires présentent toujours la séparation ordinaire en une région celluleuse et une région fibreuse. Cependant quelques cellules nerveuses se rencontrent toujours au milieu des fibrilles. Je n'ai pas fait de recherches sur la structure intime de ces éléments.

La face externe de la bandelette qui forme l'anneau oral est recouverte d'une couche d'épaisseur variable constituée par des fibrilles conjonctives anastomosées et parsemées de cellules (pl. VIII, fig. 4, *n. m*), qui se distinguent, par leur coloration et par la dimension un peu plus forte de leurs noyaux, des cellules nerveuses. Cette couche constitue une sorte d'enveloppe pour la bandelette nerveuse. On la retrouve également à la face dorsale des nerfs radiaires (fig. 15 et 16, *n. m*); elle offre son maximum d'épaisseur de chaque côté de la ligne médiane, et, vers ses bords latéraux, elle se confond sans ligne de démarcation bien définie avec la région cellulaire du nerf. Elle se continue sur les branches qui partent du nerf radiaire. Au niveau de la ligne médiane, la couche conjonctive est très étroite, et forme une mince lamelle qui sépare le vaisseau de la face dorsale du nerf.

Cette enveloppe constitue sans doute une formation analogue à la cloison qui divise le canal périhæmal, et qui, comme nous l'avons vu, est toujours très voisine de la face ventrale du nerf ou de la face interne de l'anneau oral. Grâce à ces deux membranes formant cloisons, le nerf se trouverait isolé de toutes parts dans le canal qui le renferme. A la vérité, je n'ai pas distingué sur l'enveloppe qui recouvre la région fibreuse de revêtement endothélial, comme cela arrive sur l'autre cloison; mais cela peut tenir à ce que les fibrilles de cette enveloppe sont lâchement unies, et que les noyaux des cellules endothéliales, si celles-ci existent, peuvent très bien être con-

fondus avec les noyaux de nombreuses cellules qui s'observent au milieu de ces fibrilles.

En résumé, les nerfs des Ophiures présentent toujours une division très nette en une région fibreuse et une région celluleuse. Les cellules nerveuses occupent toujours la même région, interne dans le cercle oral, ventrale dans les nerfs radiaires. Des formations conjonctives constituant des membranes isolent les nerfs du liquide qui circule dans les canaux périhæmaux ; l'une de ces membranes est voisine de la région celluleuse, tandis que l'autre se trouve immédiatement appliquée sur la région fibreuse.

Lange a interprété d'une tout autre manière les fibrilles et les cellules qui forment cette enveloppe conjonctive à la face dorsale du nerf radiaire. D'après lui, on trouverait de chaque côté de la ligne médiane, à la face dorsale du nerf, un amas de cellules nerveuses plus volumineuses que celles de la région celluleuse, et constituant de véritables ganglions réunis par une commissure transversale qui passe au-dessous du vaisseau radiaire.

Ludwig a combattu cette manière de voir, et il affirme que les ganglions décrits par Lange sont simplement formés de tissu conjonctif. Ainsi qu'on vient de le voir, mes observations m'ont conduit à partager absolument l'opinion de Ludwig.

En lisant le chapitre qu'Apostolidès consacre à l'histologie du système nerveux, on comprend difficilement comment cet auteur explique la structure des nerfs des Ophiures. Il trouve, en effet, une région celluleuse trois fois plus épaisse que la région fibreuse. A en juger par la coupe qu'il représente planche X, figure 5, et d'après ce qu'il dit page 61 au sujet de la région fibreuse, « elle est très minime par rapport à la région celluleuse ; elle paraît être limitée dans la petite concavité signalée par nous au milieu de la grande concavité formée par les bords recourbés de la bandelette » ; il est certain qu'il appelle région fibreuse dans le nerf une formation qui ne correspond pas du tout à ce que les auteurs, et Baudelot le premier, bien qu'Apostolidès croie confirmer ses

recherches, ont distingué sous ce nom. Les figures et les descriptions qu'il donne montrent qu'Apostolidès considère les nerfs des Ophiures comme des formations composées de cellules à contour circulaire ou polygonal, constituant des bandelettes à la face supérieure desquelles court un très mince cordon fibreux, occupant seulement la ligne médiane de chaque bandelette. Cette conception du système nerveux est en contradiction complète avec les résultats auxquels sont arrivés Baudelot, Teuscher, Ludwig, et auxquels je suis aussi arrivé de mon côté.

SYSTÈME VASCULAIRE

Ludwig a donné le nom de système vasculaire, chez les Astéries et chez les Ophiures, à un ensemble de formations logées dans les canaux périhæmaux, et constituées par des cordons offrant une structure particulière qu'il n'a d'ailleurs pas pu étudier complètement. Les termes de système vasculaire, vaisseaux, laissent peut-être à désirer, puisqu'ils s'appliquent à des cordons lacuneux n'ayant pas la forme ni l'aspect de canaux que présentent ordinairement les formations appelées vaisseaux chez d'autres animaux. Je discuterai plus loin le caractère et la signification du système vasculaire chez les Ophiures, et je le comparerai au système vasculaire décrit chez les autres Échinodermes ; mais, en attendant, je me servirai des mêmes expressions que Ludwig, expressions qui ont été employées par plusieurs auteurs, et qui ont l'avantage d'être connues ; chacun sait le sens qu'on doit attacher à ces termes : système vasculaire, vaisseaux, vaisseaux sanguins (*Blutgefässystem*, *Gefässe*, *Blutgefässe*) chez les animaux qui nous occupent.

Lorsqu'on a détaché la face dorsale du disque d'une Ophiure et enlevé complètement la paroi ventrale du tube digestif, on trouve dans l'interradius madréporique un petit organe arrondi d'une couleur brunâtre, enveloppé d'une mince enveloppe

conjonctive, et qui a été remarqué depuis longtemps (pl. VII, fig. 1). Cet organe a été considéré par de nombreux anatomistes comme le *cœur* de l'Ophiure, de même que ce nom a été donné pendant longtemps à l'organe homologue des Astéries, des Échinides et des Crinoïdes. Ludwig, qui continue à le considérer comme un cœur, l'appelle *Herzgeflecht* ou *Centralgeflecht*. Apostolidès a montré que cet organe était une glande, et il l'appelle glande piriforme. Je désignerai cet organe sous le nom de *glande madréporique*, terme que j'ai appliqué au même organe chez les Échinides, et qui me paraissait convenable, parce qu'il ne rappelle pas la forme de l'organe, essentiellement variable d'un type à un autre, mais parce qu'il indique la position de la glande, qui se trouve toujours placée dans le voisinage de la plaque madréporique. Chez les Astéries et les Ophiures, la glande occupe la même situation dans l'interradius qui renferme le canal du sable et la plaque madréporique, comme chez les Échinides. Vogt et Yung ont donné à cette glande, chez les Astéries, le nom d'organe dorsal, estimant avec beaucoup de raison qu'elle était homologe à l'organe ainsi nommé chez les Crinoïdes. Il y a évidemment avantage à désigner le même organe toujours par le même terme. Mais, si le terme d'organe dorsal est excellent chez les Échinides et chez les Astéries, où cet organe occupe réellement une situation dorsale, il serait mauvais chez les Ophiures, puisque dans ce groupe il est situé dans la région ventrale du corps.

La glande madréporique est enveloppée d'une membrane qui est plus ou moins développée, suivant les genres. Chez l'*Ophioglypha texturata*, cette enveloppe (pl. VII, fig. 2 et 3, *g. e*) n'est pas immédiatement appliquée contre la face externe de la glande; sur les côtés et vers l'extrémité inférieure, elle disparaît et se confond avec le tissu de la glande; à l'extrémité supérieure, elle se continue avec le cercle périhæmal oral. Sur la face interne de la glande, l'enveloppe existe également, mais elle est très mince et elle est étroitement appliquée contre la surface de la glande. Il existe donc entre la surface

externe de la glande et son enveloppe une cavité étroite, qui disparaît sur les côtés et vers l'extrémité inférieure, qui se prolonge en haut vers le cercle périhæmal oral, mais qui fait complètement défaut à la face interne de la glande.

Les dissections et les coupes verticales montrent qu'à son extrémité supérieure la glande forme un prolongement (fig. 2, *g. s*) qui passe au-dessus du cercle aquifère et qui se dirige horizontalement vers le cercle périhæmal oral. Nous nous occuperons de ce prolongement un peu plus loin.

Apostolidès n'a pas vu ce prolongement supérieur de la glande madréporique; en revanche, il admet qu'à son extrémité inférieure elle se continue par un canal excréteur qui débouche à l'extérieur jusqu'au pore du canal du sable. Dans un dessin représentant les rapports réciproques de la glande et du canal du sable (pl. VIII, fig. 6), il représente un canal volumineux qui termine la glande et qui s'ouvre au dehors avec le canal du sable. J'ai moi-même admis, au début de mes recherches, que la glande madréporique débouchait à l'extérieur et possédait un canal excréteur comme le décrit Apostolidès; me fondant sur les résultats que j'avais obtenus par la méthode des injections, j'indiquais cette communication dans une note préliminaire adressée à l'Académie des Sciences. J'ai reconnu depuis que j'avais été induit en erreur par des dissections insuffisantes, et que chaque fois que, poussant une injection dans la glande madréporique, je voyais la matière sortir par la plaque madréporique, le canal du sable se trouvait également injecté. En étudiant attentivement plusieurs séries de coupes passant par la glande, il m'a été impossible de retrouver le canal excréteur décrit par Apostolidès.

Voici ce que j'ai observé sur le mode de terminaison de la glande à son extrémité inférieure :

Lorsqu'on dissèque soigneusement la glande madréporique, on remarque que l'enveloppe conjonctive qui recouvre sa face externe disparaît vers son extrémité inférieure, et que la glande se termine par deux petits prolongements très grêles,

qui viennent se rattacher à la face interne du bouclier buccal, en dehors du muscle interradial externe et du faisceau dont il sera question plus loin, qui s'étend dans chaque espace interbrachial, de l'extrémité interne d'une fente génitale à l'autre (pl. VII, fig. 1, *f. h*). Le canal du sable, qui chemine dans une gouttière creusée le long de la face interne de la glande madréporique, passe à côté de ces prolongements et se continue vers les téguments de la face ventrale du corps en formant de nombreuses circonvolutions ; mais il est impossible de trouver un canal excréteur débouchant à l'extérieur avec le canal du sable. Ces deux prolongements de la glande offrent à leur origine la même couleur brune que l'organe qu'ils rattachent aux téguments ; mais, en s'amincissant graduellement, ils ne forment plus que de petits cordons non colorés, qui s'insèrent à la face interne du test.

Les coupes verticales passant par le plan sagittal de la glande madréporique sont très intéressantes à examiner (pl. VII, fig. 2). On voit en effet que cet organe, dont le tissu forme des mailles étroites supportant des cellules, comme nous le verrons tout à l'heure, se trouve situé à une certaine distance du muscle interradial externe, dont il est séparé par un large espace vide dépendant de la cavité générale. Il présente inférieurement deux prolongements (*g. i*), l'un interne, l'autre externe, sur lesquels disparaît la membrane d'enveloppe, et qui continuent directement le tissu de la glande. Mais les éléments caractéristiques de cette dernière ne tardent pas à disparaître, et les prolongements, constitués par de simples fibrilles conjonctives, se perdent au milieu des tissus imprégnés de calcaire qui forment les téguments de la face ventrale du corps. Le canal du sable (*cs*) paraît plongé sur certaines coupes dans le tissu même de la glande, qu'il abandonne pour former des circonvolutions irrégulières, dont quelques-unes se remarquent sur la coupe représentée figure 2. Mais sur aucune coupe, et j'ai fait des séries de coupes dans lesquelles il n'en manquait pas une, ayant 1/150e de millimètre d'épaisseur, je n'ai aperçu les traces d'un canal

excréteur s'ouvrant au dehors après avoir traversé les téguments.

Sur les coupes horizontales (pl. VII, fig. 3), la glande offre la forme d'un croissant, dont les cornes amincies se dirigent vers la face externe du muscle interradial externe (*m. i. e*), qu'elles arrivent presque à toucher. La membrane d'enveloppe s'applique sur ces cornes et relie ainsi la glande au muscle, sur la face externe duquel elle se perd en se confondant avec la couche conjonctive qui la recouvre.

Examinons maintenant la structure de la glande madréporique.

Il est curieux de remarquer avec quelle facilité les auteurs qui ont étudié les Ophiures avant Apostolidès ont glissé sur la structure de cet organe. On peut s'étonner que ces auteurs n'aient pas cherché à mieux connaître un organe auquel ils attribuaient tous une grande importance, puisqu'ils le considéraient comme le cœur, comme l'organe central du système circulatoire.

Teuscher a pris l'enveloppe de la glande pour le canal du sable (d'où les noms de *Steincanal* ou de *Steinsack* qu'il lui donne). Quant à la glande elle-même, il dit que c'est un corps framboisé adjacent à l'anneau aquifère, et constitué par une masse gélatineuse renfermant de nombreuses granulations dures et foncées.

Simroth n'a pas reconnu l'existence de la glande madréporique, ou plutôt il la confond avec une vésicule de Poli et prend son enveloppe pour le cœur.

Lange ne fait pas mention de cet organe.

Ludwig dit que cet organe est un cœur annexé au système vasculaire. Il a la même structure que le cœur des Astéries et des Crinoïdes, c'est-à-dire qu'il se compose d'une masse serrée de vaisseaux anastomosés : *Eine dichte Anhäufung zahlreicher geflechtartig mit einander verbundener Blutgefässe.* Comme il n'existe nulle part ailleurs dans le système vasculaire une accumulation aussi considérable de vaisseaux, le nom de cœur, ou de *Herzgeflecht*, n'est pas impropre si l'on

donne à ce terme la signification d'organe central du système vasculaire; peut-être vaudrait-il mieux, ajoute-t-il, l'appeler *Centralgeflecht*. Malheureusement Ludwig ne donne aucun dessin de ces nombreux vaisseaux anastomosés.

Enfin Apostolidès, en étudiant la glande à l'état frais, la vit composée d'un amas de cellules, dont chacune présente une forme arrondie, un fort noyau et de nombreuses granulations. En employant l'acide osmique, il ne reconnaît plus aucun détail de structure, mais remarque une cavité dans l'intérieur de la glande. En somme, « on peut se représenter cet organe comme une série de colonnes cellulaires dont le sommet est situé à la partie extérieure, et dont le contenu sécrété vient se déverser dans la cavité intérieure »; ces produits sont ensuite rejetés à l'extérieur par le conduit excréteur.

Les résultats qu'a obtenus Apostolidès en étudiant la structure de la glande madréporique, tout en marquant un progrès sensible sur les travaux de ses prédécesseurs, sont inexacts. Je dois dire d'abord que chez l'*Ophioglypha* je n'ai jamais trouvé de cavité interne. Apostolidès a donné un dessin, qui aurait gagné à être achevé, d'une coupe de la glande montrant une cavité très développée, mais il ne dit pas à quelle espèce se rapporte cette préparation. Je ne crois pas que cette cavité existe chez les autres espèces que je n'ai pas examinées.

La glande madréporique n'est pas constituée par des cellules disposées en colonnes, mais elle présente un substratum conjonctif très développé qui a échappé à Apostolidès. En faisant des coupes et des dissociations sur des glandes traitées soit à l'acide osmique, soit au sublimé, on reconnaît qu'elle est formée de fibrilles très minces formant un tissu à mailles extrêmement serrées et très délicates (pl. VIII, fig. 5); les fibrilles partent en rayonnant de la partie inférieure de la glande, puis s'écartent les unes des autres en donnant de nombreuses ramifications, qui s'entre-croisent et s'anastomosent pour constituer dans la région supérieure et vers la périphérie un réticulum très fin (pl. VII, fig. 2, *g. m*). Au milieu de ces fibrilles se trouvent de petites cellules, à contours irré-

guliers et dont le protoplasma est plus ou moins chargé de granulations pigmentaires : elles sont très nombreuses dans la partie centrale de la glande, mais sont plus espacées dans la région périphérique. Les contours des cellules étant peu apparents, on n'aperçoit en général sur les coupes que leurs noyaux. En certains points, et surtout vers la périphérie, on trouve de volumineuses masses pigmentaires, d'une couleur jaune brun. Les granulations se développent dans le protoplasma des cellules et les envahissent peu à peu ; les cellules se remplissent ainsi progressivement de granulations pigmentaires, et elles en renferment d'autant plus qu'elles sont plus voisines de la périphérie de la glande.

La glande madréporique, chez les Ophiures, offre donc une structure absolument identique à celle que m'a présentée ce même organe chez les Oursins et chez les Spatangues. La glande annexée au canal du sable chez les Astéries présente une organisation peu différente, d'après les observations de Vogt et Yung. Ils trouvent, en effet, dans son tissu « des fibres formant des trames, des circonvolutions ogivales, laissant entre elles des mailles qui ressemblent à des canaux coupés transversalement ou obliquement... ; les parois de ces cavités sont tapissées de grandes cellules à granulations pigmentaires. » J'ai observé, sur des préparations de glande madréporique d'*Astropecten*, les caractères indiqués par ces auteurs, et je suis pleinement de leur avis lorsqu'ils disent que ces cavités ne constituent pas un système de canaux longitudinaux réunis par des anastomoses. L'organe dorsal des Comatules offre à peu près la même structure.

Bien que l'aspect des coupes de glande madréporique chez les Astéries et chez les Ophiures soit assez différent, ce qui tient à ce que les mailles sont plus grosses, plus régulières et arrondies, et qu'elles renferment des cellules plus volumineuses chez les Astéries, tandis que les mailles sont petites, irrégulières, et supportent des cellules de petites dimensions chez les Ophiures ; au fond cet organe a la même structure fondamentale dans les deux groupes.

Pour terminer l'histoire de la glande madréporique, je dirai encore quelques mots de son enveloppe conjonctive. Nous savons que cette enveloppe, étroitement appliquée contre la face interne de la glande, ne touche pas immédiatement la face externe de cette glande; de telle sorte qu'il existe, entre la glande et son enveloppe, un espace vide, une sorte de fente étroite (pl. VII, fig. 2 et 3, *p. g*). L'enveloppe disparaît vers l'extrémité inférieure de la glande : elle se perd sur les prolongements qui l'attachent à la face interne du toit; sur les côtés, elle se confond avec les faces latérales de la glande et rejoint le muscle interradial externe. A sa partie supérieure l'enveloppe se continue, avec le prolongement supérieur de la glande (pl. VII, fig. 29, *s.*), au-dessus de la masse de tissu conjonctif qui s'étend entre le bord supérieur de ce muscle, le cercle périhæmal oral, le cercle aquifère, et l'angle rentrant que forme, en dessous de l'espace oral, la portion de paroi intestinale qui constitue la paroi ventrale de cet espace (*c. j.*). Cette cavité très réduite qui existe entre la glande et son enveloppe est certainement homologue à la cavité qui loge la glande madréporique chez les Astéries, et qu'on appelle le *canal en boyau;* elle serait donc aussi chez les Ophiures un espace schizocœlique développé indépendamment de la cavité générale. On sait que, chez les Astéries, ce canal en boyau communique avec les autres cavités schizocœliques, et qu'il s'ouvre dans le cercle périhæmal oral; or il en est de même chez les Ophiures. Il arrive en effet fréquemment que l'injection faite dans le cercle périhæmal oral pénètre dans l'espace qui s'étend entre la glande et son enveloppe. De même, en étudiant un certain nombre de coupes qui passent par le plan sagittal de la glande, et qui comprennent le cercle périhæmal, on peut suivre la cavité que limite l'enveloppe de la glande jusqu'au cercle périhæmal et constater qu'elle vient en définitive s'y ouvrir.

La situation et la structure de la glande madréporique étant bien connues, nous pouvons étudier le système vasculaire auquel elle est intimement liée.

Dans mon travail sur les Échinides des côtes de Provence, j'ai montré que la glande madréporique des Oursins était reliée par un canal ou vaisseau spécial, auquel, en raison de sa structure, j'ai donné le nom de *canal glandulaire*, à un cercle périœsophagien distinct du cercle dans lequel débouche le canal du sable. D'après les observations de Ludwig et de Hamann, la glande madréporique (cœur de Ludwig, organe chromatogène de Hamann) communique également avec un cercle vasculaire oral chez les Astéries. Ludwig affirme aussi que chez les Ophiures le cœur s'ouvre de la même manière dans un cercle vasculaire oral; mais il passe rapidement sur ce point important et ne figure cette communication que dans un dessin schématique.

Apostolidès, au contraire, qui n'a reconnu d'autre cercle oral que le cercle aquifère, affirme que la glande n'offre qu'un seul prolongement, le canal excréteur qui s'ouvre à l'extérieur, près du canal du sable.

Il était donc important de rechercher si la glande madréporique communiquait, chez les Ophiures, à son extrémité supérieure, avec un cercle oral distinct du cercle aquifère, ainsi que cela a été constaté chez les Astéries et chez les Échinides.

Or, en examinant attentivement la partie supérieure de la glande madréporique chez un *Ophioglypha*, on peut remarquer que cet organe ne se termine pas au voisinage du cercle aquifère, mais qu'il présente un prolongement très mince, qui apparaît sous forme d'une traînée légèrement colorée, et qui passe au-dessus du cercle aquifère pour se diriger vers le cercle périhæmal, sur lequel il disparaît. Si l'on introduit une mince canule dans le tissu de la glande et qu'on arrive à la faire pénétrer tout doucement dans cet étroit prolongement, on verra, à condition que ses parois n'aient pas été percées par la pointe de la canule, la matière à injection le remplir, puis, continuant son chemin, pénétrer dans un cercle de petit diamètre logé dans le cercle périhæmal oral, et analogue au cercle périœsophagien supérieur ou interne des

Échinides. De ce nouveau cercle, ou *cercle vasculaire*, partent cinq branches qui se rendent dans les bras et qui, toujours renfermés dans leurs canaux périhæmaux respectifs, sont situées au-dessous de troncs aquifères radiaires correspondants.

Pour bien étudier, par les injections, les relations des cercles et des troncs aquifères et vasculaires, il est bon de tenter l'injection du cercle vasculaire par la glande madréporique sur des échantillons dont le système aquifère a été préalablement injecté par une vésicule de Poli; on peut injecter le cercle aquifère au bleu de Prusse et le cercle vasculaire au carmin. Si, d'autre part, on injecte au chromate de plomb le cercle périhæmal, soit avant, soit après l'injection du cercle vasculaire, on obtient une préparation complète analogue à celle que j'ai dessinée planche VII, figure 1, ainsi qu'il m'est arrivé d'en obtenir de très belles. Il est préférable de pratiquer seulement en dernier lieu l'injection du cercle périhæmal : autrement la matière, qui pénètre souvent sous l'enveloppe de la glande lorsque l'on injecte ce cercle périhæmal, rendrait moins facile l'injection du système vasculaire.

On remarque, en injectant le système vasculaire, que la matière y pénètre toujours d'une manière relativement lente : cela tient probablement à la petitesse du calibre des vaisseaux, mais surtout à la structure même de ces vaisseaux que nous étudierons tout à l'heure.

Le cercle vasculaire oral offre la même forme que le cercle périhæmal, dans lequel il est logé avec la bandelette nerveuse ; il présente, par conséquent, une série d'arcs alternativement concaves et convexes ; mais il ne court pas parallèlement aux parois du canal qui le renferme : tantôt il est appliqué contre la paroi externe du cercle périhæmal, tantôt il se trouve rapproché de la paroi interne ; ces changements ne sont pas indiqués sur la figure 1. Enfin son calibre n'est pas constant sur tous les points de son trajet.

La glande madréporique s'ouvre donc, par sa partie supérieure, dans un cercle vasculaire oral renfermé dans le cercle

périhæmal, bien distinct du cercle aquifère, et qui envoie des branches dans les bras. Ce résultat important auquel conduit l'étude d'animaux convenablement injectés se trouve confirmé par l'examen de coupes pratiquées, suivant certaines directions, à travers le disque et les bras de l'*Ophioglypha*. L'étude de quelques-unes de ces coupes nous permettra de terminer la description du système vasculaire.

Prenons d'abord la coupe verticale du disque passant dans l'interradius madréporique, par le plan sagittal de la glande madréporique, qui nous a déjà servi plusieurs fois (pl. VII, fig. 2). Nous reconnaissons, en *sp. o*, l'espace oral constitué par un repli de la paroi intestinale. Au-dessous du bord externe de cet espace se trouve la coupe du cercle périhæmal (*p. o*). Dans sa cavité, on observe d'abord la coupe de la bandelette nerveuse (*n. o*), dont la face externe est concave et la face interne convexe, et qui s'attache par ses deux bords à la paroi du canal périhæmal. Près du bord supérieur de la bandelette, il existe une masse appliquée contre la paroi supérieure du canal, constituée par une réunion de fibrilles conjonctives anastomosées formant un réticulum à mailles irrégulières dans lesquelles se trouvent des cellules à protoplasma granuleux et des granulations de pigment jaune brun (*v. o*). Cette formation, dans laquelle nous retrouvons les mêmes éléments et la même disposition d'éléments que dans la glande madréporique, correspond à la coupe du cercle vasculaire oral. On conçoit que celui-ci ayant sa lumière en grande partie oblitérée par ce réticulum, l'injection le remplit moins vite qu'un canal dont la lumière est tout à fait vide.

La glande madréporique, coupée verticalement en son milieu (*g. m*) court parallèlement à la face externe du muscle interradial (*m. i. e*), sur le bord supérieur duquel se montre la coupe du cercle aquifère sous forme d'un quadrilatère à côtés sinueux (*a. f. o*). L'extrémité supérieure de la glande se continue par un prolongement horizontal (*g. s*) dont la structure est identique à celle de la glande, c'est-à-dire qu'il présente des fibrilles anastomosées supportant des cellules et des gra-

nulations pigmentaires. Ce prolongement traverse la masse de tissu conjonctif qui s'étend entre le muscle interradial et l'enveloppe conjonctive de la glande, et aboutit au cercle vasculaire oral avec les éléments duquel ses éléments se continuent. La glande madréporique, son prolongement et le cercle vasculaire oral forment donc un ensemble parfaitement continu offrant partout la même structure.

Les coupes verticales intéressant le cercle vasculaire en différents points de son trajet montrent que ce cercle n'a pas partout la même épaisseur. Il est très large au voisinage de la glande madréporique (fig. 2 et 4), beaucoup plus étroit dans les interradius (fig. 17), et il s'élargit de nouveau dans les radius, au voisinage des points où il émet les vaisseaux radiaires (fig. 14).

L'existence des vaisseaux radiaires, démontrée par les injections, est confirmée par l'étude des coupes. Une coupe verticale passant par le plan sagittal d'un bras et comprenant la portion voisine du disque, est intéressante à examiner (pl. **IX**, fig. 12). Nous reconnaissons l'espace oral, dont une partie seulement est représentée sur le dessin (*sp. o*). Sous l'angle interne de cet espace, on aperçoit la coupe du cercle vasculaire (*v. o*), lequel donne un prolongement qui s'étend dans la direction du bras (*v. r*), et qui s'applique immédiatement contre la face dorsale du nerf qui se rend dans le bras (*n. r*). Ce prolongement, ou tronc vasculaire radiaire, offre d'abord la même largeur que le cercle vasculaire dont il se détache, mais son diamètre diminue assez brusquement à une certaine distance de ce cercle, après qu'il a fourni la paire de branches qui se rendent aux tentacules buccaux. Il accompagne la bandelette nerveuse jusqu'à l'extrémité du bras. Ce tronc vasculaire radiaire continue à présenter la structure connue : fibrilles anastomosées, cellules à protoplasma irrégulier et granulations pigmentaires. Le large espace ($p'o'$ et $p''o''$), dans lequel se trouvent la bandelette nerveuse, le cercle vasculaire oral et sa branche radiaire, n'est autre chose que le cercle périhæmal oral, qui se continue dans le bras,

toujours partagé par la cloison *p. c*, en deux compartiments, supérieur et inférieur. La cavité supérieure est en partie occupée par un gros muscle coupé transversalement (*m. t*), le muscle inférieur de la deuxième vertèbre. Au-dessus de l'espace périhæmal, le cercle aquifère oral se montre en coupe transversale (*af. o*), et la branche qu'il envoie dans le bras en coupe longitudinale un peu oblique (*af. r*).

Enfin, sur les coupes transversales pratiquées à différents niveaux à travers le bras, on observe toujours le tronc vasculaire au milieu de la face dorsale du nerf radiaire, entre les deux masses de tissu conjonctif qui existent sur cette face, et qui sont reliées l'une à l'autre par quelques fibrilles transversales passant entre le vaisseau et le nerf (fig. 15 et 16, *v. r*). La coupe du vaisseau a une forme assez variable, ce qui tient à ce que le vaisseau conserve en certains points sa forme cylindrique (fig. 16), tandis que dans d'autres il est fortement aplati (fig. 15).

Les troncs vasculaires des bras donnent, sur toute leur longueur, des branches latérales destinées aux tubes ambulacraires (fig. 6). Ces branches sont toujours intimement accolées aux nerfs destinés à ces tubes; mais il m'a été impossible de reconnaître leur mode de terminaison. On conçoit, en effet, que ces branches vasculaires deviennent fort petites, et qu'à un moment il n'est plus possible de distinguer leur tissu de celui du nerf qu'elles accompagnent. Je n'ai obtenu, à cet égard, aucun résultat de l'examen de coupes faites sur des pièces injectées.

Ludwig est le seul auteur qui se soit occupé de la structure des vaisseaux. Il a vu que les troncs vasculaires n'avaient pas la même structure que les troncs ambulacraires, mais il n'a pu arriver à des résultats bien précis. D'après lui, « le contenu des vaisseaux est une masse finement granuleuse qui se colore fortement par l'hématoxyline; la cavité du vaisseau semble traversée par des membranes et des fibres irrégulières, formant des mailles comme on en rencontre chez les autres Échinodermes. Pour arriver à une connaissance com-

plète de la structure des vaisseaux, il faudrait avoir des animaux vivants, et si alors on n'obtenait pas de résultats certains, cela tiendrait à ce que l'histologie des Échinodermes est une terre inconnue. » Je crois avoir suffisamment décrit les vaisseaux des Ophiures et fait connaître d'une manière aussi complète que possible la structure particulière qu'ils présentent chez ces animaux.

D'après Ludwig, le système vasculaire des Ophiures comprendrait encore d'autres vaisseaux dont l'ensemble forme un cercle vasculaire aboral homologue au cercle anal qu'il décrit chez les autres Échinodermes, mais offrant un sujet plus compliqué. Ce cercle, relié au cercle vasculaire oral par l'intermédiaire du cœur, se trouve en partie dans la région dorsale, en partie dans la région ventrale du corps. C'est un anneau formé d'arcs alternativement concaves et convexes, et comprenant : 1° cinq arcs externes périphériques convexes ; 2° dix branches se dirigeant vers le centre parallèlement aux rayons, et reliées deux à deux par 3° cinq branches internes qui complètent l'arc interne qu'elles constituent. Les cinq arcs externes sont situés à la face dorsale et passent sous les boucliers radiaires ; ils se continuent à droite et à gauche par les branches descendantes parallèles aux fentes génitales qui donnent des rameaux aux organes génitaux, et qui atteignent la face ventrale ; là chaque branche est réunie à sa voisine par la branche interne, qui passe transversalement sous le bouclier buccal, entre la paroi ventrale du corps et la vésicule de Poli correspondante. Ce cercle vasculaire aboral serait contenu enfin dans un canal périhæmal communiquant avec la cavité qui s'étend entre la glande madréporique et son enveloppe.

J'ai recherché fort attentivement le cercle aboral, mais je dois avouer que ni les dissections, ni les injections, ni les coupes, ne m'ont rien montré d'analogue aux vaisseaux décrits par Ludwig. Je n'ai jamais vu, en poussant une injection dans le tissu de la glande madréporique ou sous la membrane qui la recouvre, la matière se répandre dans un système de

canaux disposés comme l'indique cet auteur. Lorsqu'on enlève le tube digestif et les glandes génitales d'une *Ophioglypha*, on découvre, au-dessous des vésicules de Poli, et en dehors du muscle interradial externe, un mince cordon blanchâtre qui s'étend transversalement d'une fente génitale à l'autre dans chaque interradius (pl. VII, fig. 1, *f. tr*) ; ce cordon s'insère à l'extrémité interne de la lame qui limite extérieurement la fente (*Plattenreihe der abradialen Seite der Bursalspalte* de Ludwig). En essayant de l'injecter, j'ai toujours vu la matière se répandre sous forme de traînées irrégulières dans l'épaisseur de ce cordon, en donnant les apparences bien connues que l'on obtient lorsqu'on injecte un faisceau de tissu conjonctif, par exemple, mais elle ne remplit pas de vaisseau. Or sur les coupes verticales, aussi bien que sur les dissociations, on reconnaît que ces cordons sont constitués par des fibres conjonctives et musculaires formant un faisceau plein (pl. VII, fig. 2, *f. tr*) ; je n'ai jamais pu y distinguer la coupe d'un vaisseau. Dans l'interradius madréporique, le cordon passe au-dessous de la glande, mais à une certaine distance de celle-ci, et il en reste toujours bien distinct, comme le montre la figure 2. Je suppose que ces faisceaux servent à maintenir ouvertes les fentes génitales, ou encore à élargir et rétrécir, suivant les circonstances, les ouvertures de ces fentes.

Quant aux branches qui montent parallèlement aux fentes génitales et qui rejoignent les arcs externes situés sous les boucliers radiaires, complétant ainsi le cercle aboral si remarquable décrit par Ludwig, il m'a été impossible de les retrouver; et je n'ai pas pu reconnaître, dans les régions où cet auteur les place, quelque chose qui ressemblât à des vaisseaux.

Ludwig admet que le cercle aboral, qu'il décrit chez les Ophiures, est homologue au cercle aboral des Astéries. Je me bornerai à faire remarquer que cette homologie ne saurait exister, puisque le cercle aboral des Ophiures comprendrait un cercle vasculaire logé dans un canal périhæmal, tandis que le cercle aboral des Astéries, d'après les observations de Hamann,

et de Vogt et Yung, et d'après ce que j'ai pu constater moi-même, est exclusivement composé par des prolongements des canaux périhæmaux.

Les recherches auxquelles je me suis livré sur le système circulatoire des Ophiures m'ont montré qu'il y avait lieu de distinguer chez ces animaux un système aquifère, un système de canaux périhæmaux, et un système vasculaire.

Le système aquifère, dont l'étude n'offre aucune difficulté, comprend un cercle oral pourvu de vésicules de Poli, et donnant des troncs radiaires : il communique avec l'extérieur par l'intermédiaire du canal du sable.

Le système des canaux périhæmaux comprend un cercle oral, des canaux radiaires et un espace renfermant la glande madréporique. Les canaux sont divisés par une cloison en deux cavités dans l'une desquelles sont logés les nerfs et les troncs vasculaires. Les canaux radiaires donnent des branches latérales qui s'ouvrent dans l'espace dorsal des bras, prolongement de la cavité générale. Par conséquent, les canaux périhæmaux, qui ne sont pas des prolongements directs du cœlome, qui se développent même d'une manière tout à fait indépendante, communiquent néanmoins avec la cavité générale. Le liquide qui se trouve dans cette cavité renferme les mêmes éléments que celui qui circule dans les canaux périhæmaux.

Le système vasculaire présente des caractères tout à fait particuliers. Au lieu d'offrir des canaux à lumière libre et à parois tapissées d'un épithélium de recouvrement constituant une assise bien définie, il comprend, au contraire, une série de formations composées d'un tissu spécial offrant des fibres anastomosées, au milieu desquelles se développent des cellules à protoplasma chargé de granulations pigmentaires, comme il en existe dans la cavité générale. Ce tissu est disposé sous forme de cordons qui constituent le cercle vasculaire oral et les vaisseaux radiaires; mais, dans l'interradius madréporique, il forme un organe de dimensions considérables, la

glande madréporique. Ces formations sont toujours renfermées dans des espaces schizocœliques, dont l'ensemble constitue le système des canaux périhæmaux. On peut donc considérer le système vasculaire des Ophiures comme un ensemble de formations qui se sont différenciées à l'intérieur des canaux périhæmaux, qui ont une structure assez compliquée, et qui forment des tissus à structure glandulaire, dans lesquels prennent naissance des éléments analogues à ceux de la cavité générale.

La fonction principale du système dit vasculaire chez les Ophiures, serait donc de produire ces éléments. En effet, les cellules à protoplasma pâle et irrégulier, fort nombreuses et très serrées dans les parties centrales de la glande madréporique, où elles doivent se multiplier activement, sont refoulées peu à peu vers la région périphérique à mesure qu'elles se chargent de granulations pigmentaires; rien ne s'oppose à ce que l'on admette qu'elles tombent alors dans l'espace qui s'étend entre la glande et son enveloppe, lequel, comme nous le savons, s'ouvre dans le cercle périhæmal. Des canaux périhæmaux, ces éléments ainsi formés peuvent facilement passer dans la cavité générale.

S'il est vrai que ces phénomènes se passent dans la glande madréporique, ils doivent se passer aussi, mais d'une manière beaucoup moins importante, dans les autres parties du système vasculaire. Sur toute l'étendue des troncs vasculaires doivent se développer des cellules qui tombent directement dans les canaux périhæmaux, car nous retrouvons dans ces troncs vasculaires les mêmes cellules à protoplasma granuleux et la même disposition des éléments que dans la glande madréporique.

Plusieurs auteurs ont déjà cherché à prouver que le rôle le plus important, et peut-être le seul rôle de la glande madréporique chez les Astéries et chez les Échinides, était de fabriquer les éléments figurés de la cavité générale.

Le système vasculaire des Ophiures paraît donc être bien plus le lieu de formation des éléments figurés de la cavité générale, qu'un ensemble de canaux dans lesquels circulerait

un liquide nourricier pour se rendre dans certaines régions de l'organisme. Ici, le seul liquide nourricier est le liquide de la cavité générale, au service exclusif duquel entre en quelque sorte le système vasculaire. Or ce système ayant les caractères que nous lui avons reconnus, et les fonctions que nous lui supposons, mérite-t-il bien le nom de système vasculaire? Évidemment non. Mais avant de chercher à remplacer ce nom par un autre qui pourrait être plus convenable, il faut remarquer une chose : chez d'autres Échinodermes, chez les Échinides, par exemple, il est aussi un système vasculaire, mais qui est composé de canaux ayant une lumière bien définie, des parois propres, et dans lesquels circule un liquide nourricier. Or nous n'avons aucune raison de croire que le système vasculaire de ces Échinodermes n'est pas homologue au système dit vasculaire chez les Ophiures; mais même chez les premiers, nous retrouvons dans certaines portions du système vasculaire la structure caractéristique qu'on rencontre chez les Ophiures. Nous savons que chez ces Échinodermes le système vasculaire comprend aussi une glande madréporique qu'on s'accorde à considérer maintenant comme un organe produisant les éléments figurés de la cavité générale. Nous pouvons donc conserver provisoirement le nom de système vasculaire, pour désigner chez les Échinodermes cet ensemble de formations qui nous paraissent homologues dans tout le groupe, mais dont les caractères et l'aspect sont susceptibles de présenter de grandes variations suivant l'importance que peuvent prendre certaines portions, et suivant que des parties qui n'existent pas chez les uns apparaissent et prennent un développement considérable chez les autres.

En comparant le système vasculaire des Ophiures à celui qui a été décrit chez les autres Échinodermes, on peut, du reste, s'assurer que dans tout le groupe ce système présente, sinon les mêmes dispositions, au moins les mêmes caractères fondamentaux.

Avant d'essayer cette comparaison, je veux encore faire une remarque. Le système aquifère chez les Ophiures paraît n'avoir

aucune communication, ni avec les canaux périhæmaux, ni avec le système vasculaire, ni avec la cavité générale. Peut-être cette communication existe-t-elle, mais je n'ai jamais pu la constater. L'identité des corpuscules qu'on trouve dans les canaux aquifères et dans la cavité générale n'indique pas du tout qu'une communication doit exister chez l'animal adulte entre ces deux formations. On sait, en effet, que chez les Ophiures comme chez les autres Échinodermes, le cœlome et le système aquifère sont formés par des diverticulums de l'archentéron. Les cellules qui, chez la larve, se détachent des parois de ces diverticulums, donnent naissance aux premiers éléments figurés des vaisseaux aquifères et de la cavité générale. Ces éléments ont donc la même origine; il est donc tout naturel qu'ils se ressemblent. Plus tard, lorsque les lacunes se sont développées dans les tissus mésodermiques pour former les canaux périhæmaux dans lesquels se différencie le système vasculaire, les éléments qui prennent naissance constamment dans les différentes régions de ce système, s'ajoutent aux premiers éléments qui s'étaient détachés des parois de la cavité générale.

Nous devons maintenant nous demander si le système circulatoire présente chez les autres Échinodermes des dispositions comparables à celles que nous observons chez les Ophiures. Nous examinerons successivement les Astéries, les Échinides et les Crinoïdes, laissant de côté les Holothuries, dont l'organisation est trop particulière, et dont le système circulatoire diffère par plusieurs caractères de celui des autres Échinodermes.

Astéries. — Le système aquifère, connu depuis fort longtemps, est composé d'un cercle oral, de troncs radiaires et d'un canal du sable, qui débouche à l'extérieur. Les dispositions sont les mêmes que chez les Ophiures, sauf des différences de détail insignifiantes (terminaison du canal du sable à la face dorsale du corps, existence des sachets ambulacraires, etc.).

Un système de cavités schizocœliques, étudiées par Ludwig, puis par Hamann, et par Vogt et Yung, forme des canaux périhæmaux qui logent les systèmes nerveux et vasculaire, et qui comprennent un cercle oral et des canaux radiaires, comme chez les Ophiures. Le cercle périhæmal communique avec une grande cavité, le *canal en boyau*, qui renferme la glande madréporique (cœur de Ludwig, organe dorsal de Vogt et Yung, organe chromatogène de Hamann), comme l'espace qui s'étend entre la glande madréporique et son enveloppe, communique chez les Ophiures avec le cercle périhæmal oral. La communication des canaux périhæmaux avec la cavité générale a été constatée par Ludwig, par Perrier et Poirier (1), mais n'a pas été reconnue par d'autres observateurs.

Le système vasculaire a été bien décrit par Ludwig, par Hamann, et par Vogt et Yung. Ces auteurs n'ont pas donné des descriptions absolument conformes de ce système. Bien que je n'eusse pas l'intention d'étudier spécialement les Astéries, j'ai cependant tenu à faire chez les *Astropecten* quelques coupes, qui m'ont permis de reconstituer l'ensemble du système vasculaire, et m'ont conduit à des résultats assez conformes à ceux de Ludwig.

La cloison oblique qui divise le cercle périhæmal oral renferme dans son épaisseur le cercle vasculaire oral, qui apparaît sur les coupes sous forme d'une lacune dont les parois portent des cellules à protoplasma irrégulier et trouble, renfermant souvent des granulations pigmentaires. Il arrive fréquemment que la lumière de ce cercle est traversée par des brides conjonctives supportant les mêmes cellules. Le cercle vasculaire se continue dans les bras par les lacunes creusées dans l'épaisseur de la cloison verticale que présentent les canaux périhæmaux radiaires ; les parois de ces lacunes supportent encore des cellules à protoplasma granuleux. Ces

(1) Perrier et Poirier, *Sur l'appareil circulatoire des Étoiles de mer* (*Comptes rendus*, 1882).

lacunes sont assez irrégulières : sur certaines coupes, elles sont assez nombreuses et bien développées ; en d'autres points, elles sont très réduites. Il serait plus exact d'employer le terme d'*amas vasculaires*, comme le font Vogt et Yung, que celui de vaisseaux radiaires, pour désigner les prolongements du cercle vasculaire oral dans les bras. La glande madréporique se continue, par son extrémité inférieure très rétrécie, avec les lacunes du cercle vasculaire oral, tandis que le canal en boyau qui la loge s'ouvre dans le cercle périhæmal. Par son extrémité supérieure, la glande se continue dans un système de canaux connus depuis longtemps, situés dans les téguments de la face dorsale du corps, et dont l'ensemble figure une sorte de cercle irrégulier connu sous le nom de cercle dorsal ou aboral. De ce cercle partent des canaux qui se dirigent vers les glandes génitales, sur les parois desquelles ils disparaissent sans qu'il soit possible de reconnaître leur terminaison réelle.

Or, dans ces canaux de la face dorsale du test, il n'existe plus aucune formation analogue aux lacunes et au tissu spongieux des troncs vasculaires et de la glande madréporique. Comme le dit formellement Hamann : « *Während in Chromatogen-Organ ein Epithel die Hohlräume auskleidend angetroffen wird, setzt sich dasselbe nicht fort in die abgehenden Gefässlacunen, sondern die Wandung derselben besteht lediglich aus Bindesubstanz* (1). » Si donc on entend par formations vasculaires chez les Astéries ainsi que chez les Ophiures, et c'est bien là le sens que nous attachons à ce mot, comme Ludwig et d'autres observateurs l'ont fait, les formations à structure particulière et glandulaire qui se sont différenciées dans les canaux périhæmaux, on ne peut pas dire que les Astéries possèdent un cercle *vasculaire* aboral, mais seulement que certaines lacunes schizocœliques se disposent à la face dorsale sous forme d'un cercle irrégulier présentant les caractères indiqués plus haut, et que ces lacunes se distinguent d'autres cavités

(1) Hamann, *Die Asteriden*, p. 49.

ayant même origine, telles que les canaux périhæmaux, en ce que ceux-ci renferment des formations vasculaires et méritent bien ce nom, tandis que le cercle aboral ne renferme pas de formations analogues. On ne doit donc en aucune façon l'appeler cercle périhæmal aboral, pas plus qu'on ne peut l'appeler cercle vasculaire aboral.

Si c'est bien ainsi qu'on doit comprendre le système vasculaire des Astéries, on voit que les dispositions sont presque identiquement les mêmes dans ce groupe et dans celui des Ophiures. Dans les deux groupes, en effet, il comprend un organe volumineux, la glande madréporique, qui se continue avec un cercle vasculaire duquel partent des prolongements radiaires; seulement le cercle oral et les vaisseaux radiaires sont moins différenciés, plus diffus, chez les Astéries que chez les Ophiures; néanmoins ces formations sont en continuité de tissu avec la glande madréporique. Tout porte à croire que cet organe est également destiné, chez les Astéries, à donner naissance aux éléments de la cavité générale. Dans les deux groupes la glande madréporique se termine à l'extrémité opposée à celle qui aboutit au cercle vasculaire oral par un ou deux prolongements qui atteignent les téguments mais ne réalisent aucune communication avec l'extérieur; on ne peut donc pas chez les Astéries, pas plus que chez les Ophiures, considérer cet organe comme une glande versant des produits au dehors par l'intermédiaire d'un canal qui déboucherait près du canal du sable.

La seule différence que l'on puisse constater dans les deux groupes, c'est que chez les Astéries les canaux périhæmaux dans lesquels se sont différenciées les différentes parties du système circulatoire communiquent avec d'autres lacunes développées dans les téguments de la face dorsale du test et figurant un cercle aboral. Cette disposition n'existe pas chez les Ophiures, la membrane conjonctive qui enveloppe la glande madréporique, et qui limite une cavité homologue au canal en boyau des Astéries, disparaissant vers l'extrémité inférieure de la glande. Or, étant données les particularités d'organisation

des Ophiures (situation de la plaque madréporique et des organes génitaux), il est évident qu'un système de lacunes identique à celui qui existe chez les Astéries ne saurait exister chez les animaux.

Échinides. — Les Échinides présentent une organisation assez différente de celle des Astéries et des Ophiures pour qu'actuellement il soit impossible d'indiquer la série des modifications par lesquelles un type a pu donner naissance à l'autre. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que nous trouvions des différences entre le système circulatoire des Astéries et des Ophiures et celui des Échinides. Cependant nous remarquerons que les dispositions fondamentales sont les mêmes dans les deux groupes.

Chez les Échinides, le système aquifère comprend un cercle oral, des troncs radiaires et un canal du sable qui s'ouvre sous la plaque madréporique et débouche à l'extérieur comme chez les Astéries et les Ophiures. La glande madréporique se continue à son extrémité inférieure par un canal, le canal glandulaire, qui débouche dans un cercle vasculaire oral, duquel partent également des branches radiaires. Au cercle vasculaire oral aboutissent aussi les vaisseaux de l'intestin, qui prennent ici un développement considérable et qui manquaient chez les Astéries et les Ophiures. Ce système vasculaire est formé de canaux réguliers, à la lumière parfaitement libre. Cependant le réticulum conjonctif supportant des cellules à protoplasma granuleux et pigmenté qui constitue la glande madréporique, se continue encore dans le canal glandulaire et même dans le cercle vasculaire oral.

A son extrémité supérieure la glande madréporique se continue par un canal particulier qui s'accole au canal du sable, et qu'on peut suivre jusque sous la plaque madréporique. J'ai fait remarquer autrefois que lorsqu'on injectait ce canal, la matière traversait la plaque madréporique pour se répandre à l'extérieur, ou bien pénétrait dans la cavité générale. Cette communication avec l'extérieur n'a pas été admise par tous

les observateurs, mais je crois cependant qu'elle existe, ainsi que Perrier l'avait déjà observé avant moi. Lors de mes premières recherches sur les Échinides, et bien que je considérasse la glande madréporique des Oursins comme étant surtout un organe d'excrétion, l'identité des éléments qui y prennent naissance avec ceux de la cavité générale, m'avait déjà frappé. En considérant, d'une part, la structure de cette glande et le caractère des cellules qui s'y développent, et, d'autre part, l'absence de toute communication de cette glande avec l'extérieur chez les Astéries et les Ophiures, je suis disposé à croire que cet organe chez les Échinides est beaucoup moins un organe d'excrétion dont les produits doivent être éliminés, qu'un appareil destiné à produire les éléments de la cavité générale.

Vogt et Yung ont indiqué un mode de terminaison de l'extrémité supérieure de cette glande qui rappelle beaucoup les dispositions que nous connaissons chez les Astéries. D'après ces savants, le canal qui continue la glande madréporique parvient « jusque sous l'ampoule sous-madréporique, de laquelle partent des canaux conjonctifs qui se portent vers les canaux efférents des glandes génitales, et simulent un anneau pentagonal périanal. Ces cordons sont de nature conjonctive, formés de fibres réunies en faisceaux, mais montrant des lacunes où l'on trouve encore, quoique rarement, les mêmes conformations cellulaires que dans la glande. Nous n'avons pu constater que les cordons qui ferment cet anneau fussent creux et tubulaires ; ils nous paraissent néanmoins homologues aux cordons génitaux des Comatules ».

Jusqu'à présent le système vasculaire des Échinides, avec son cercle oral, en rapport avec la glande madréporique et les vaisseaux radiaires nous rappelle beaucoup ce qui existe chez les Astéries et les Ophiures, abstraction faite, bien entendu, des vaisseaux intestinaux. Mais ce qui ne semble pas exister chez les Échinides, c'est un système de canaux périhæmaux analogue à celui qui existe dans ces deux groupes. Il y a bien des canaux renfermant le système nerveux, mais en dehors

desquels sont situés les vaisseaux radiaires; de plus ces canaux ne paraissent pas constituer un système bien défini. Chez les Oursins, en particulier, ces canaux ou espaces périnerviens des zones ambulacraires, ne renferment que les nerfs radiaires; ils ne logent pas le cercle nerveux oral, et sont de simples prolongements de la cavité générale. Chez les Spatangues, ces espaces périnerviens forment peut-être un ensemble mieux défini que chez les Oursins, car ils ne renferment pas seulement les nerfs radiaires, mais ils s'ouvrent sous la membrane qui tapisse la lèvre supérieure. Malgré cela, on chercherait en vain chez les Échinides des canaux périhæmaux logeant les différentes portions du système vasculaire.

Il est certain que chez les Échinides le système vasculaire apparaît sous forme de lacunes dans l'épaisseur des tissus mésodermiques; mais, au lieu que chez les Astéries et les Ophiures ces lacunes ne prennent de développement que dans la lame somatique du mésoderme (sauf les quelques lacunes indiquées par Hamann dans le tube digestif des Astéries), chez les Échinides, au contraire, elles s'étendent aussi bien dans la lame splanchnique que dans la lame somatique. En l'absence d'observations embryogéniques, il est difficile d'établir des homologies entre cet ensemble désigné sous le nom de système vasculaire et les espaces périnerviens simulant des canaux périhæmaux chez les Échinides, et les formations qui sont décrites chez les Astéries ou chez les Ophiures. Cela est d'autant plus difficile, qu'il existe chez les Échinides un vaste système de ramifications dans les parois du tube digestif, et que, par suite de l'apparition chez les Réguliers d'un appareil masticateur compliqué, le cercle nerveux oral s'isole à la partie inférieure de cet appareil et cesse dès lors de contracter avec le cercle vasculaire oral ces rapports si intimes que l'on constate chez les Astéries et les Ophiures.

A ne considérer que la structure des troncs vasculaires eux-mêmes, il existe encore une différence entre les Échinides et les Astéries; chez celles-ci, les formations vasculaires, simples prolongements du tissu de la glande madréporique,

n'ont pas l'aspect de vaisseaux, puisqu'ils se réduisent à des cordons formés d'un tissu spongieux et glandulaire, tandis que les Échinides possèdent des vaisseaux creux et à parois propres. Or cette différence doit tenir à l'absence, chez les Astéries et chez les Ophiures, de vaisseaux intestinaux; se développant sous forme de lacunes, les vaisseaux restent toujours ce qu'ils étaient, et ne constituent que de simples cordons lacuneux. Au contraire, chez les Échinides, il vient s'adjoindre au cercle vasculaire oral et aux troncs radiaires tout un ensemble très considérable de vaisseaux intestinaux. Ce cercle oral et ses prolongements radiaires doivent nécessairement prendre un grand développement; ils ne pourraient rester de simples cordons lacuneux dans lesquels la circulation est nécessairement fort lente, et ils prennent alors, comme les autres parties du système auquel ils appartiennent, la forme de canaux à lumière libre, dans certains points desquels on retrouve cependant les mêmes caractères que chez les Ophiures (canal glandulaire et cercle vasculaire oral des Réguliers, canal du sable des Spatangues).

Rappelons encore que chez les Échinides les systèmes aquifère et vasculaire ne sont pas absolument distincts l'un de l'autre. Chez les Oursins Réguliers, les vésicules de Poli reçoivent des ramifications du cercle aquifère et du cercle vasculaire; s'il n'y a pas une communication à plein canal, les liquides qui circulent dans les deux anneaux peuvent se mélanger à travers le tissu glandulaire de ces vésicules. Chez les Spatangues, les canaux qui correspondent au canal du sable et au canal glandulaire des Réguliers se confondent sur une certaine partie de leur longueur.

En somme, la seule différence importante à indiquer entre le système circulatoire des Échinides et celui des Ophiures et des Astéries, c'est que chez les premiers les troncs vasculaires sont situés en dehors des espaces périnerviens et n'accompagnent pas toujours le système nerveux, tandis que chez ces derniers les vaisseaux sont renfermés, avec les nerfs qu'ils n'abandonnent jamais, dans ces espaces périnerviens (péri-

hæmaux). Les autres différences (forme des vaisseaux, communication entre les systèmes aquifère et vasculaire) sont peu importantes et représentent des particularités d'organisation, comme on en constate toujours entre groupes voisins. Mais, il faut le reconnaître, la disposition du système vasculaire chez les Échinides, constitué essentiellement par un cercle oral fournissant des vaisseaux radiaires, et auquel s'adjoignent, d'une part, un organe glandulaire, et, d'autre part, des vaisseaux intestinaux, paraît trop conforme à celui des Astéries et des Ophiures pour qu'on ne puisse admettre que ce système représente une seule et même formation dans ces trois groupes d'Échinodermes.

Le système circulatoire, que les beaux travaux de Perrier et de Vogt et Yung ont fait connaître chez les Crinoïdes, est bien différent de celui des trois groupes que nous venons de passer en revue. Un système aquifère, comprenant un cercle voisin de la bouche et des canaux s'étendant dans les bras, s'ouvre à l'extérieur à l'aide de nombreux entonnoirs vibratiles, et il communique, d'autre part, par les canaux hydrophores, avec un système de lacunes dépendant de la cavité générale. Ces lacunes sont également en connexion avec le système vasculaire auquel appartient l'organe dorsal, sans doute homologue à la glande madréporique des autres Échinodermes, qui donne à son extrémité dorsale de nombreuses branches. Celles-ci traversent l'anneau central du système nerveux, et acquièrent dans ce passage une enveloppe nerveuse ; devenus ainsi des vaisseaux-nerfs, ils pénètrent dans les bras et donnent des ramifications aux pinnules.

Il est bien évident que ces dispositions ne rappellent en rien ce que nous connaissons chez les autres Échinodermes. Mais nous pouvons peut-être trouver chez les Crinoïdes l'explication d'une disposition qui existe chez les Échinides et chez les Astéries. Les recherches remarquables de Perrier, qu'on a eu le tort de critiquer prématurément, et qui ont été confirmées par Vogt et Yung, ont montré que l'organe dorsal des Comatules émettait chez la larve un bourgeon qui pénétrait

dans les bras, et qui, se développant dans les pinnules, donnait naissance aux produits sexuels. L'organe dorsal forme donc une sorte de stolon central, duquel proviennent les organes génitaux. Or, chez les Échinides et chez les Astéries, la glande madréporique, en se prolongeant vers la face dorsale du test, se continue avec un système de canaux disposés sous forme de cercle, duquel partent des branches qui se dirigent vers les organes génitaux, sur lesquels elles disparaissent. Cette disposition ne nous rappelle-t-elle pas ce qui existe chez les Comatules? Ces relations, qu'on retrouve chez l'adulte entre la glande madréporique et les organes génitaux, n'indiquent-elles pas des rapports beaucoup plus profonds qui existeraient chez la larve? Actuellement, la question peut seulement être posée; elle ne pourra être résolue définitivement que par l'étude comparative du développement de la glande madréporique et des glandes génitales chez les larves des Stellérides et des Échinides.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Lettres communes à toutes les figures.

af. o. Cercle aquifère oral.
af. r. Troncs aquifères radiaires.
af. t. Branches latérales qui se rendent dans les tubes ambulacraires.
a'f'. t. Terminaisons de ces branches dans les tubes.
b. Paroi des bourses.
c. Couches conjonctives.
c. l. Éléments figurés du liquide aquifère enfermés dans un coagulum granuleux.
c. j. Tissu conjonctif entre le cercle périhæmal et le cercle aquifère.
c. s. Canal du sable.
c's'. Circonvolutions qu'il forme à sa partie inférieure.
d. b. Canal dorsal des bras (prolongement de la cavité générale).
ep. Couches épithéliales.
f. tr. Faisceau horizontal s'étendant dans les espaces interbrachiaux, d'une fente génitale à l'autre.
g. q. Glandes génitales.
g. m. Glande madréporique.
g. e. Son enveloppe.
g. i. Ses prolongements inférieurs.
g. s. Son prolongement supérieur.
g. p. Granulations pigmentaires développées dans sa région périphérique.
i. Intestin.
i. c. Couche conjonctive de la paroi intestinale.

i. e, *i. m.* Couches épithéliale et musculaire de cette paroi.
m. Couches musculaires.
m. l. Membrane élastique des vaisseaux aquifères.
m. i. e. Muscle interradial externe.
m. i. i. Muscle interradial interne.
m. t. Muscle transversal de la deuxième vertèbre.
n. o. Cercle nerveux oral.
n. r. Nerfs radiaires.
n. c. Région celluleuse du nerf.
n. f. Région fibreuse du nerf.
n. m. Membrane conjonctive qui recouvre la région fibreuse du nerf.
o. g. Ouvertures génitales.
p. o. Canaux périhæmaux divisés par la cloison *p. c.* en deux cavités secondaires *p'o'* et *p''o''*.
p. g. Espace périhæmal développé entre la glande madréporique et son enveloppe.
sp. o. Espace oral.
t. Téguments.
v. o. Cercle vasculaire oral.
v. r. Troncs vasculaires radiaires.
v. t. Branches vasculaires se rendant aux tubes ambulacraires.
v. p. Vésicules de Poli.

Les figures sont relatives à *l'Ophioglypha texturata*, sauf les figures 7 et 11.

Planche VII.

Fig. 1. *Ophioglypha texturata* grossie environ trois fois, montrant les dispositions du cercle aquifère, du cercle périhæmal, du cercle vasculaire et de la glande madréporique.

Fig. 2. Coupe verticale dans l'interradius madréporique passant par le milieu de la glande madréporique, montrant les relations des organes compris entre les téguments de la face ventrale du corps et la paroi ventrale de l'intestin. G. = 28.

Fig. 3. Coupe horizontale de la glande madréporique montrant ses rapports avec le muscle interradial externe. G. = 18.

Planche VIII.

Fig. 4. Portion plus grossie de la figure 2 représentant la coupe transversale du cercle périhæmal oral avec le nerf et le vaisseau qu'il renferme. G. = 115.

Fig. 5. Portion d'une coupe transversale un peu oblique de la glande madréporique. G. = 85.

Fig. 6. Les trois cercles oraux et leurs prolongements dans les bras; les pièces calcaires des bras ont été enlevées pour laisser voir les branches latérales qui se rendent aux tubes ambulacraires. G. = 3.

Fig. 7. Coupe transversale d'un tube ambulacraire d'*Ophiotryx fragilis*. G. = 170.

Fig. 8. Paroi ventrale de l'intestin vue par la face dorsale, pour montrer l'espace oral. G. = 3.

Fig. 9. Coupe transversale d'une vésicule de Poli. G. = 260.

Fig. 10. Coupe verticale schématique d'une Ophiure passant par la glande madréporique.

Fig. 11. Coupe verticale schématique d'un Oursin passant par la glande madréporique; *c. g*, canal glandulaire.

Planche IX.

Fig. 12. Coupe verticale sagittale d'un bras et de la portion adjacente du disque montrant les cercles aquifères, nerveux, périhæmal et vasculaire, et leurs prolongements radiaires. G. = 95.

Fig. 13. Coupe transversale de la paroi intestinale. G. = 60.

Fig. 14. Coupe transversale (verticale) du cercle périhæmal et des organes qu'il renferme, dans un radius. G. = 90.

Fig. 15. Coupe transversale de la région ventrale d'un bras dans l'intervalle entre les points d'émergence des nerfs destinés aux tubes ambulacraires. G. = 85.

Fig. 16. Coupe transversale de la région ventrale d'un bras près de l'émergence de ces nerfs. G. = 85.

Fig. 17. Coupe transversale (verticale) du cercle périhæmal et des organes qu'il renferme dans un interradius. G. = 50.

Fig. 18. Coupe longitudinale d'un tentacule buccal avec le tronc aquifère qui vient s'y terminer. G. = 40.



RECHERCHES

SUR LA

STRUCTURE DU CERVEAU DE LA MYSIS FLEXUOSA Müll.

Par le Dr R. KŒHLER

Chargé d'un cours complémentaire de zoologie à la Faculté des Sciences de Nancy.

De nombreux travaux ont été publiés, dans ces dernières années, sur la structure du cerveau chez les Crustacés, mais, jusqu'ici, aucun observateur, à ma connaissance du moins, ne s'est occupé du groupe des Schizopodes. Ayant eu l'occasion de faire quelques préparations de l'œil de la *Mysis chamælcon* Tompson (*M. flexuosa* Müller), j'ai obtenu des coupes du cerveau offrant de très beaux trajets fibreux et qui m'ont paru instructives. Aussi j'ai pensé qu'il serait intéressant d'étudier la structure des centres nerveux de la *Mysis*, espérant y trouver des dispositions beaucoup plus simples que chez les Décapodes supérieurs. En réalité, chez ce Crustacé de taille relativement très petite, la structure des centres nerveux, du cerveau du moins, offre une assez grande complication, et il me paraît difficile, pour le moment, d'établir une comparaison entre le cerveau des *Mysis* et celui des autres Thoracostracés. Comme le faisait remarquer Viallanes en écrivant son premier mémoire sur les centres nerveux des Arthropodes, il ne peut pas encore être question de tenter des travaux d'ensemble sur le cerveau des Arthropodes. Il faut se borner à faire un certain nombre de monographies qui, plus tard, permettront de faire des considérations générales et d'énoncer des lois s'appliquant à tout le groupe des Arthropodes dont le cerveau paraît si compliqué.

Les échantillons de *Mysis* qui m'ont servi dans cette étude provenaient de Jersey, où je les ai recueillis l'an dernier. Parmi eux se trouvaient quelques *Temisto brevispinosus* Goods., qui est, comme on sait, le mâle de la *Mysis chamæleon*. Ces échantillons étaient conservés dans l'alcool absolu; quelques-uns avaient été traités par l'acide osmique, mais les pièces plongées directement dans l'alcool m'ont fourni les meilleures préparations. Comme il aurait été très difficile, et d'ailleurs à peu près inutile, d'extraire le cerveau et les ganglions sans les endommager, j'ai fait des coupes totales qui ont l'avantage de montrer les rapports des centres nerveux avec les autres organes. Par ce procédé, il n'est pas possible de faire les coupes aussi minces que sur des organes isolés, à cause du manque d'homogénéité des pièces à couper. Cependant, grâce à l'inclusion dans le collodion, j'obtenais des séries très régulières de coupes ayant 1/45e à 1/50e de millimètre, ce qui est très suffisant pour l'étude.

Les pièces à couper étaient colorées, au sortir de l'alcool absolu, les unes au carmin boracique, les autres au carmin alunique. Avec ce dernier colorant, les coupes sont plus belles, et les trajets fibreux plus distincts qu'avec le carmin au borax.

Je n'ai étudié les centres nerveux de la *Mysis* qu'à l'aide de coupes orientées dans différents sens, la dissociation des éléments n'étant plus possible sur des échantillons alcooliques. Les éléments n'offrent d'ailleurs pas de caractères particuliers. Seulement, je dois faire remarquer que la substance ponctuée, la *Punktsubstanz* des auteurs allemands, est assez réduite dans le cerveau de la *Mysis*. La plus grande partie des portions non cellulaires est constituée par des paquets de fibrilles parallèles, formant des faisceaux très distincts qui se présentent, quand ils sont coupés transversalement, sous forme d'un amas de petits points sur la nature desquels on ne saurait avoir de doutes. Les masses de substance ponctuée granuleuse interposées entre les fibrilles sont peu nombreuses et peu étendues, et la plupart se résolvent assez facilement,

aux forts grossissements, en un feutrage très serré de fibrilles anastomosées.

CERVEAU

Le cerveau de la *Mysis flexuosa*, comme on le voit sur la figure 11, qui représente une coupe sagittale médiane de la partie antérieure du corps, est situé en avant de l'estomac; l'espace étroit qui le sépare de la paroi antérieure de cet organe est occupé par quelques fibrilles conjonctives parsemées de noyaux et par une masse de granulations très fines produites par la coagulation du liquide sanguin (*s*). Le cerveau a la forme d'un cône dont la base arrondie correspond à la face ventrale et se trouve très rapprochée des téguments, dont le sommet au contraire est situé à une assez grande distance des téguments de la face dorsale. Il se continue en arrière avec les connectifs qui le relient au premier ganglion de la chaîne. Sa longueur est d'environ 6 à 7/10es de millimètre et sa hauteur est également comprise entre 0^{mm},6 et 0^{mm},7.

La coupe sagittale d'une *Mysis*, qui doit être aussi la *M. flexuosa*, à en juger par la forme des appendices du dernier anneau, représentée par Delage dans son mémoire sur la circulation des Schizopodes (1), ne montre pas la forme réelle du cerveau. Sur cette figure, le cerveau est placé juste en avant de l'estomac, à peu près à égale distance des téguments de la face dorsale et des téguments de la face ventrale du corps; comme on peut s'en assurer par mon dessin, ce n'est pas là la situation exacte du cerveau.

Le cerveau, comme aussi la chaîne ventrale, est enveloppé d'une capsule conjonctive très mince renfermant de nombreuses cellules pigmentaires. Grâce à cette disposition, les limites exactes du cerveau sont toujours faciles à tracer, ce qui ne serait pas le cas si cette enveloppe pigmentée faisait défaut, les cellules nerveuses n'offrant pas sur les coupes des

(1) Pl. X, fig. 4, *c*.

caractères qui permettent de les distinguer des cellules conjonctives ou hypodermiques voisines.

Pour se rendre compte de la structure du cerveau, il convient de l'étudier à l'aide de séries de coupes transversales, horizontales et sagittales.

Coupes transversales. — J'étudierai d'abord une série de vingt-cinq coupes transversales successives comprenant toute l'épaisseur du cerveau. Un certain nombre de ces coupes sont représentées dans les figures 1-8 et 17.

Les premières coupes qui intéressent le cerveau offrent deux îlots renfermant des fibrilles entre-croisées, dont quelques-unes sont coupées transversalement, parmi lesquelles se rencontrent quelques cellules nerveuses. Ces îlots sont situés près de la face ventrale et ils sont exactement limités sur leur côté ventral par une bordure fortement pigmentée. Ils correspondent à deux gros faisceaux nerveux qui sortent du cerveau près de sa face ventrale pour se rendre dans les antennes supérieures, faisceaux qu'on voit en *n. a* sur les coupes horizontales 14 et 15, et sagittales 12 et 13, et que nous retrouverons en étudiant un peu plus loin la coupe transversale représentée sur la figure 1. Au-dessus d'eux, c'est-à-dire à leur face dorsale, existe un amas de cellules nerveuses, d'abord peu nombreuses et peu serrées (coupes n°s 1, 2 et 3), qui deviennent plus nombreuses sur les coupes n°s 4 et 5 et qui forment une masse médiane. Sur la coupe n° 5, et surtout sur la coupe n° 6, on voit apparaître de chaque côté de cette masse devenue plus volumineuse, des fibres qui en partent latéralement, ayant par conséquent une direction transversale, et qui constitueront sur les coupes suivantes deux faisceaux de plus en plus développés (*n. o*).

La coupe n° 6 (fig. 1) montre cette masse cellulaire divisée en deux portions : l'une, *c. s*, qui se trouve à la face dorsale des fibrilles transversales, sous les téguments de la face antérieure du corps, l'autre, *c. c*, qui se trouve au-dessous de ces mêmes fibres et qui les sépare des deux îlots *n. a*. Nous don-

nerons le nom de groupe des cellules nerveuses supérieures à la première de ces masses cellulaires et de groupe des cellules centrales à la seconde. Des fibrilles verticales (*a*) relient ces deux amas de cellules. Le groupe central s'étend latéralement sous les faisceaux de fibrilles transversales *n. o* et pénètre également dans l'intervalle qui sépare les deux îlots de fibrilles *n. a*. Le cerveau paraît donc divisé en deux régions distinctes : l'une inférieure ou ventrale, qui comprend les deux îlots symétriques *n. a*, et l'autre supérieure, qui comprend les deux faisceaux épais *n. o*, formés surtout de fibrilles transversales, régions qui sont séparées l'une de l'autre par une masse assez importante de cellules nerveuses. On peut s'assurer, en étudiant les coupes suivantes, que la plupart de ces fibrilles transversales proviennent du groupe des cellules nerveuses supérieures et des cellules centrales. Elles contribuent à la formation de deux faisceaux considérables qui sortent latéralement du cerveau pour se rendre dans les pédoncules oculaires.

Sur les coupes suivantes, n°s 7-14, la région inférieure du cerveau s'élargit, et, à côté des deux îlots *n. a* indiqués plus haut, on en voit apparaître d'autres, qui portent le nombre de ces îlots à quatre d'abord, sur les coupes n°s 7 et 8, puis à six sur les coupes suivantes (fig. 2). Ces îlots, disposés symétriquement, trois de chaque côté de la ligne médiane, sont formés par une masse de substance granuleuse fibrillaire, traversés par des fibres longitudinales qui apparaissent sous forme de petits points foncés ; ils sont reliés par de minces fibrilles entre-croisées formant un réseau élégant et délicat, renfermant aussi de nombreuses fibrilles longitudinales (*f. i*, fig. 2, 3, 4 et 5). Il faut remarquer que les deux îlots externes (*r. ol*) n'ont pas le même aspect que les autres ; leur substance, au lieu d'être uniformément granuleuse, est divisée en petites balles distinctes. Le groupe des cellules centrales était devenu beaucoup moins important sur la coupe n° 8, et il se réduit, sur la coupe n° 9 (fig. 2), à quelques cellules *c. c*, situées à peu près au centre du cerveau. En revanche, les

prolongements latéraux qui continuaient sur la coupe n° 6 (fig. 1) ce groupe central, se sont accrus de nouvelles cellules, et, se détachant de la masse centrale, ils forment maintenant (coupes nos 8 et 9) deux groupes latéraux très importants de cellules nerveuses (*c. l. h*). Ces deux groupes de cellules, comme on le verra par la suite de cette description, se continuent sur les côtés du cerveau pour former deux bandes horizontales latérales : aussi nous les désignerons sous le nom de groupes latéraux horizontaux. Ces groupes latéraux se placent de chaque côté de la région supérieure du cerveau, entre cette région et la région inférieure.

Remarquons encore que sur les coupes nos 8 et 9, apparaissent, à la face ventrale du cerveau, sur la ligne médiane, immédiatement en dessous de l'enveloppe pigmentée externe, quelques cellules nerveuses formant un autre groupe, peu important à ce niveau, et que nous appellerons groupe ventral. De minces traînées de cellules s'étendent entre les cellules centrales et ces cellules du groupe ventral, et séparent les uns des autres les trois paires d'îlots de substance nerveuse qui constituent la région inférieure du cerveau à ce niveau.

La région inférieure du cerveau est exclusivement en rapport avec les antennes supérieures qui portent les bâtonnets olfactifs. Le renflement formé de petites balles de substance nerveuse se rencontre, comme on sait, dans la région olfactive du cerveau de tous les Arthropodes.

Quant à la région supérieure du cerveau, elle s'est beaucoup développée entre la coupe n° 6 et la coupe n° 9; elle offre sur cette dernière (fig. 2) la structure suivante. Le faisceau de fibrilles qui vient du pédoncule oculaire et qu'on observe de chaque côté, à l'angle externe et supérieur du cerveau, se divise en plusieurs faisceaux : un premier faisceau reste tout à fait superficiel et se continue directement avec son congénère de l'autre côté, sous le groupe des cellules supérieures (*b*); un deuxième faisceau (*c*) prend un trajet oblique, se continue jusqu'aux cellules centrales, dans

lesquelles certaines de ses fibrilles semblent prendre leur origine, puis se recourbe en dehors, au-dessus des îlots de la région inférieure du cerveau, et, tandis que quelques-unes de ses fibrilles se confondent avec les fibrilles entre-croisées qui relient ces îlots, les autres s'épanouissent dans différentes directions; enfin d'autres faisceaux de fibrilles, qui occupent la face ventrale du faisceau oculaire, se confondent dans une masse de fibrilles entre-croisées en tous sens et très serrées, masse traversée par de nombreuses fibrilles longitudinales et qui est située (*m. o*) entre le faisceau oblique *c* et le groupe des cellules latérales. C'est dans cette masse de fibrilles enchevêtrées que viennent ainsi se perdre la plupart des fibrilles du faisceau *c*. Il faut encore remarquer, dans la région fibreuse supérieure du cerveau, un faisceau *d* qui relie les deux faisceaux obliques *c*, et enfin, entre ce faisceau transversal *d* et les fibres transversales superficielles *b*, un grand nombre de fibrilles ayant un trajet longitudinal ou oblique.

Sur cette même coupe, on reconnaît, non seulement que certaines fibres olfactives se continuent avec des fibres optiques, mais aussi que ces différentes fibres s'entre-croisent pour former un chiasma analogue à celui que l'on connaît chez d'autres Arthropodes (*ch*).

Sur la coupe n° 11 (fig. 3), la structure de la région ventrale s'est peu modifiée; les cellules centrales sont peu nombreuses et s'éparpillent au milieu des fibrilles. Les faisceaux horizontaux *n. o* de la région supérieure ne se continuent plus avec les nerfs optiques, en arrière desquels a passé la coupe. Les fibrilles qui proviennent de chacun de ces nerfs se divisent en plusieurs faisceaux, dont l'un passe transversalement de l'autre côté, au-dessous du groupe cellulaire supérieur, comme nous l'avons vu tout à l'heure (*b*), dont les autres prennent différentes directions; parmi ceux-ci on trouve encore un faisceau oblique *c* qui se dirige vers le groupe cellulaire central. Un faisceau *f*, qui se trouvait déjà indiqué sur la coupe précédente, naît des cellules antérieures,

traverse les fibrilles du nerf optique et se dirige verticalement vers la région centrale. De ces fibrilles, les unes se perdent dans une masse de substance fibrillaire correspondant à la masse de fibrilles désignées par les lettres *m. o* de la figure 2; les autres rejoignent le faisceau oblique *c* pour former avec lui un faisceau épais *g* qui sépare les régions supérieure et inférieure du cerveau et se perd dans les fibrilles de la région inférieure. Enfin les deux masses *m. o*, formées d'un feutrage épais de fibrilles, sont reliées l'une à l'autre par de nombreuses fibres transversales *d*, dont le faisceau *d* de la figure 2 était la première indication. L'espace limité en haut par le faisceau horizontal *b*, en bas par les faisceaux horizontaux *d* et, sur les côtés, par les deux faisceaux verticaux *f*, est occupé par un grand nombre de fibrilles longitudinales et quelques faisceaux obliques. Nous pouvons encore retrouver sur cette coupe les anastomoses des fibres optiques et olfactives, et le chiasma de ces fibres optico-olfactives.

La coupe n° 13 (fig. 4) offre d'assez grandes différences avec la coupe n° 11, mais qu'on s'explique facilement en étudiant la coupe n° 12. Sur cette dernière, les éléments de la région inférieure du cerveau commencent à se réduire et à se confondre avec la région supérieure qui prend plus d'importance. Dans la coupe n° 13, les îlots de la région inférieure forment des masses très petites de substance ponctuée fibrillaire; le groupe cellulaire central est réduit à trois ou quatre cellules qui se rapprochent de la face ventrale, laquelle offre sur sa ligne médiane un groupe cellulaire qui devient au contraire plus important et avec lequel se confondront finalement les dernières cellules centrales (fig. 5). Les renflements olfactifs (*r. ol*) sont encore très reconnaissables et offrent la même différenciation en petites balles de substance nerveuse, mais ils sont plus réduits que sur la figure 3. Quant à la région fibreuse supérieure, elle s'est considérablement développée et, pour en faciliter la description, nous la diviserons en une région supérieure et en une région moyenne, qui existeront aussi sur les coupes suivantes.

La région moyenne présente d'abord deux faisceaux *c* qui partent du groupe de cellules centrales en formant ensemble un angle très aigu et qui se dirigent vers la face dorsale pour se perdre dans les fibrilles transversales de la région supérieure du cerveau. Chacun de ces faisceaux renferme des fibrilles venant encore du faisceau oblique *c* des coupes précédentes; seulement le point vers lequel convergent ces faisceaux, c'est-à-dire le groupe des cellules centrales, se trouve situé plus bas que précédemment, ce qui fait que les faisceaux ont une plus grande longueur. Ces faisceaux se continuent d'ailleurs au delà de leur point de réunion par des fibrilles qui se rendent aux cellules ventrales. Ils limitent dans la région centrale du cerveau un espace triangulaire, à sommet dirigé en bas, dans lequel existent de nombreuses fibrilles horizontales, quelques fibrilles transversales formant un faisceau très court *h*, qui relie les deux faisceaux *c* l'un à l'autre, et enfin un mince faisceau vertical.

En dehors du faisceau *c*, on distingue surtout un faisceau assez volumineux *i* qui part du groupe des cellules latérales, se dirige vers la face ventrale parallèlement au faisceau *c* et se divise en plusieurs pinceaux de fibrilles qui se perdent dans la région inférieure du cerveau. Ce faisceau envoie aussi une branche interne qui rejoint le faisceau *c* et qui correspond au faisceau *g* de la figure 3. Enfin le faisceau *f* de la figure 3 est représenté par un faisceau vertical situé en dehors du faisceau *c*, parallèlement auquel il descend vers la face ventrale pour se confondre avec lui au niveau de l'anastomose avec le faisceau *g*. Ce faisceau *f* n'est plus relié au groupe des cellules supérieures; il s'arrête devant les fibres transversales qui constituent la région dorsale du cerveau; quelques fibrilles qui naissent du groupe latéral des cellules *k* contournent la masse granuleuse *m. o* pour le renforcer.

Les espaces qui restent libres entre ces différents faisceaux sont en grande partie occupés par des fibrilles longitudinales; en certains points, les fibrilles ne peuvent pas se distinguer et font place à de la substance ponctuée.

Quant à la région supérieure du cerveau, elle présente de nombreux faisceaux de fibres transversales qui correspondent aux faisceaux *b* et *e* de la figure 3. Au milieu de ces fibrilles existent encore de nombreux faisceaux de fibres longitudinales.

Remarquons encore, sur cette coupe, que le groupe des cellules dorsales est extrêmement développé. La coupe passe en effet par le milieu du cerveau, et nous verrons que c'est au niveau de son sommet, qui correspond à la partie supérieure de la coupe représentée figure 4, que la couche formée par les cellules nerveuses atteint sa plus grande épaisseur.

Sur les coupes suivantes, les changements dans la distribution des faisceaux se succèdent rapidement, comme on peut s'en assurer en comparant les figures 5, 6, 7 et 8, qui représentent les coupes n°s 15, 17, 18 et 19, à la figure 4.

Ce qui frappe surtout sur la coupe n° 15 (fig. 5), c'est la présence de deux commissures épaisses, dont les éléments, à peine indiqués sur la coupe n° 13, se dessinent nettement sur la coupe n° 14. La commissure la plus voisine de la face ventrale apparaît à la place du petit faisceau *h* de fibres transversales qui reliait, sur la figure 4, les deux branches du faisceau vertical *c*; la commissure plus rapprochée de la face dorsale paraît résulter du développement de quelques fibres transversales de la région dorsale, fibres qui se relèvent et forment une commissure recourbée. On retrouve aussi, sur cette coupe, le sommet de l'angle que formaient les deux faisceaux *c*, mais leurs fibrilles se perdent de suite dans la commissure ventrale. En dehors des deux commissures, la région moyenne du cerveau comprend surtout deux faisceaux considérables qui se dirigent obliquement vers la partie centrale (*k*) ; ces faisceaux, qui sortent de la pointe supérieure du groupe des cellules latérales, correspondent à ces fibrilles qui, sur les coupes précédentes (fig. 4), contournaient le bord supérieur de la masse *m. o* pour rejoindre le faisceau *f*. Les fibrilles de la commissure ventrale s'écartent les unes des autres sur les côtés : les unes se perdent dans la région inférieure du cerveau, les autres se recourbent vers la face dorsale et vers

l'origine des faisceaux *k*, et limitent ainsi, de chaque côté, deux espaces occupés par des fibrilles longitudinales ou obliques et par des fibrilles étroitement entre-croisées. Toute cette masse de fibrilles continue les éléments de la masse granuleuse *m. o*, et le faisceau qui la limite extérieurement correspond aux faisceaux *g* et *i* de la figure précédente. Les fibrilles de la commissure dorsale viennent aussi se perdre latéralement au milieu de ces fibrilles entre-croisées ; quelques-unes se continuent avec les fibres de la commissure dorsale. L'espace médian limité par les deux commissures est occupé par des fibrilles recourbées reliant à la fois ces deux commissures l'une à l'autre et au faisceau *k*. Enfin plusieurs faisceaux à fibres transversales se remarquent au-dessus, au-dessous et de chaque côté de la commissure ventrale.

La région inférieure du cerveau, qui se réduit de plus en plus (*f. i*), n'offre plus que deux paires d'îlots peu considérables, formés de fibrilles entre-croisées. Le renflement olfactif a complètement disparu. La région supérieure est aussi très réduite; elle renferme quelques fibres transversales et des fibres longitudinales, puis des fibrilles lâchement unies qui sortent des cellules supérieures et se perdent au milieu des premières (*f. s*).

Sur cette coupe, les cellules du groupe ventral sont devenues beaucoup plus nombreuses et forment une masse importante. Le groupe dorsal est toujours très développé; les cellules latérales forment deux groupes allongés qui s'étendent sur toute la hauteur de la région moyenne du cerveau.

Sur la coupe nº 16, les quatre îlots qui constituaient la région inférieure du cerveau de la coupe précédente ne peuvent plus être distingués, et, à leur place, on ne trouve que des fibrilles lâchement entre-croisées, dans lesquelles viennent se perdre quelques fibrilles de la commissure ventrale. Quant à la commissure dorsale, elle est à peine distincte.

Les différences que l'on constate entre la coupe nº 17 (fig. 6) et la coupe nº 15 (fig. 5) sont dues à la disparition

des îlots de la face ventrale remplacés, sur la coupe n° 16, par une masse de fibrilles entre-croisées, qui se réduisent, sur la coupe n° 17, à quelques fibrilles parsemées de noyaux; à l'élargissement des deux faisceaux *k*, dont les fibrilles sont plus lâchement unies, et qui, se développant vers le bas, repoussent devant eux la commissure ventrale, qui prend alors la forme d'un oméga renversé, et enfin à la disparition de la commissure dorsale. Il en résulte que la partie centrale du cerveau est occupée par deux faisceaux verticaux reliés, vers le milieu de leur trajet, par quelques fibrilles transversales, et limités en bas par un faisceau qui décrit une double courbure *t'. v'* (fig. 6). Ce faisceau se réunit latéralement à un certain nombre de fibrilles du faisceau *k* pour se recourber et remonter vers la face dorsale, où certaines de ses fibrilles se rendent dans les groupes cellulaires latéral et supérieur (*l*). Ce dernier faisceau correspond au faisceau *l* de la figure 5; entre ce faisceau et le faisceau *k* existent plusieurs faisceaux de fibrilles longitudinales.

La région dorsale de la portion fibreuse est occupée encore sur cette coupe par quelques fibrilles transversales qui s'anastomosent avec les fibrilles des faisceaux *k* et *l*.

Les cellules du groupe ventral sont nombreuses et serrées ; les cellules du groupe supérieur deviennent, au contraire, moins nombreuses et tendent à se séparer en deux amas distincts de chaque côté de la ligne médiane.

Sur la coupe n° 18 (fig. 7), les deux faisceaux *k* sont moins larges que dans la coupe précédente; ils sont reliés par quelques fibres transversales, reste de la commissure inférieure. Plusieurs fibrilles de cette commissure offrant un trajet recourbé dans la coupe précédente (*t'. v'*), se continuent avec le faisceau *k*, formant ainsi un ensemble de fibrilles verticales dirigées vers le groupe des cellules ventrales. Enfin certaines fibrilles du faisceau *l* (fig. 6), ainsi que des fibrilles longitudinales de *m. o*, prennent un trajet oblique pour former un faisceau qui traverse le faisceau *k* et se dirige vers le milieu de la coupe (*m*).

La région dorsale n'est plus occupée que par quelques rares fibrilles lâchement entre-croisées qui se continuent avec celles du faisceau *k*. Les cellules dorsales forment deux groupes parfaitement distincts de chaque côté de la ligne médiane.

Ces modifications nous expliquent les différences qu'on observe dans les trajets fibreux entre la coupe n° 17 et la coupe n° 19. En effet, les deux faisceaux *k*, si développés dans les quatre coupes précédentes, se réduisent (fig. 8) à quelques courtes fibrilles sortant des cellules nerveuses supérieures et trop lâchement unies pour constituer un faisceau. De l'angle latéral ou supérieur du cerveau, où se réunissent les groupes des cellules latérales et supérieures, part un faisceau *m* qui se dirige obliquement vers le centre de la coupe pour s'anastomoser avec son congénère; ce faisceau était déjà indiqué sur la coupe précédente par les fibrilles obliques *m*. Certaines de ses fibrilles s'anastomosent avec les fibrilles venant des cellules supérieures, et, par son bord ventral, il donne naissance successivement à d'autres faisceaux qui se dirigent verticalement vers la face ventrale du cerveau et qui s'anastomosent ensemble en formant des mailles occupées par des faisceaux longitudinaux. La commissure médiane *t. v* est encore représentée sur cette coupe par des fibrilles transversales courtes, formant un faisceau lâche en dessous du groupe des cellules supérieures.

Tous ces faisceaux, qui constituent sur cette coupe la masse fibreuse du cerveau, correspondent à ceux qui, sur les coupes précédentes, formaient la région moyenne. La région inférieure a complètement disparu, et la région supérieure se réduit à quelques fibrilles qui se réunissent à celles de la commissure et aux fibrilles *l* (*f. s*).

Les cellules supérieures forment toujours deux groupes très distincts de chaque côté de la ligne médiane; les cellules ventrales constituent toujours un groupe très développé; elles tendent à pénétrer dans l'intérieur de la masse fibreuse et à la diviser en deux moitiés latérales symétriques qui s'écarteront l'une de l'autre sur les coupes suivantes. Quant

aux cellules latérales, elles sont beaucoup moins nombreuses que précédemment et se confondent avec les cellules supérieures.

Sur la coupe suivante, la commissure transversale a disparu ; la masse fibreuse centrale est formée par des faisceaux entre-croisés, entre lesquels on trouve de nombreux faisceaux de fibres longitudinales. Les cellules supérieures sont moins nombreuses, les cellules latérales ne forment plus de groupes distincts et se confondent avec les précédentes, et les cellules ventrales, moins développées également, s'avancent jusque vers le centre du cerveau.

La coupe n° 21 montre que le cerveau s'est divisé en deux moitiés latérales séparées par les cellules de la masse ventrale, qui forment une bande médiane rejoignant les cellules supérieures, lesquelles sont éparpillées sur tout le bord dorsal du cerveau et se confondent avec les cellules latérales. Chacune des moitiés de la portion fibreuse présente, dans sa région supérieure, des faisceaux entre-croisés avec de nombreuses fibrilles longitudinales, tandis que, dans la région ventrale, les fibres se disposent parallèlement et forment un faisceau vertical oblique qui pénètre dans l'antenne inférieure. La paroi antérieure de l'estomac a été également intéressée par cette coupe et apparaît au-dessus du cerveau ; mais elle a été atteinte tout à fait superficiellement.

L'aspect est peu modifié sur les coupes n°s 22 et 23 ; les deux moitiés du cerveau, toujours séparées par une masse médiane de cellules, ne s'écartent pas encore l'une de l'autre ; les cellules supérieures sont peu nombreuses ; les nerfs des antennes inférieures existent encore sur la coupe n° 23, qui est représentée figure 17.

Mais, sur les coupes suivantes, on ne trouve plus que deux cordons formés en grande partie de fibrilles longitudinales, au milieu desquelles existent quelques noyaux, qui cheminent côte à côte pendant un certain temps, puis s'écartent progressivement l'un de l'autre et forment les filets du collier œsophagien.

Coupes horizontales. — Les coupes horizontales ont été faites parallèlement à la face dorsale du corps. Le cerveau étant situé en avant de l'estomac et à une assez grande distance des téguments de la face dorsale du corps, il n'apparaît pas sur les premières coupes, qui intéressent les téguments, les cellules hypodermiques et les parois de l'estomac.

Je décrirai rapidement une série complète d'une vingtaine de coupes comprenant le cerveau tout entier, en allant de la face dorsale à la face ventrale.

Les premières coupes qui intéressent le cerveau (coupes n°s 1, 2 et 3), montrent une masse considérable de cellules nerveuses qui se séparent sur la coupe n° 4 en deux groupes : l'un antérieur, l'autre postérieur. Ces cellules sont situées au milieu de fibres transversales qui s'étendent de chaque côté du groupe ou des deux groupes qu'elles forment sur la ligne médiane, et qui se continuent latéralement pour former un faisceau qui pénètre dans le pédoncule oculaire. Sur les coupes n°s 5 et 6, le cerveau offre la forme d'un trapèze dont le grand côté correspond au bord antérieur et qui se continue latéralement en deux faisceaux formant les nerfs optiques; ces faisceaux, sur la coupe n° 6, ne pénètrent plus dans les pédoncules oculaires qui se trouvent sur un plan supérieur à celui de la coupe. Les fibrilles de masse centrale ont surtout une direction transversale et proviennent aussi bien du groupe des cellules antérieures que du groupe postérieur. Sur les coupes suivantes, ces faisceaux n'existent plus, et la coupe n° 7 présente à leur place deux groupes latéraux de cellules (fig. 10) que nous allons voir se continuer sur les coupes suivantes et qui forment par conséquent deux bandes verticales désignées sur les figures par les lettres *c. l. v.* Le cerveau présente une forme arrondie et offre, par conséquent, quatre groupes de cellules : un antérieur, deux latéraux et un postérieur. Seulement le groupe postérieur forme deux masses distinctes développées de chaque côté de la ligne médiane. Les fibrilles transversales forment plusieurs faisceaux isolés allant d'un côté à l'autre, séparés les uns des autres par des

masses de substance ponctuée et par des faisceaux verticaux coupés transversalement.

Les caractères de la masse fibreuse ne se modifient guère sur les coupes suivantes n°s 8, 9 et 10; le diamètre du cerveau s'allonge progressivement. Seulement, à mesure qu'on descend vers la face ventrale, les groupes de cellules deviennent plus volumineux; ils se développent à la surface du cerveau, et, sur la coupe n° 10, une couche cellulaire, qui n'est interrompue qu'au milieu du bord postérieur, enveloppe la masse fibreuse tout entière; mais cette écorce ganglionnaire présente toujours des épaississements au niveau des points où les groupes de cellules distincts existaient sur les coupes précédentes. C'est à la face antérieure du cerveau que les cellules nerveuses sont les plus nombreuses.

Sur la coupe n° 11, on voit partir des cellules de la face postérieure deux faisceaux horizontaux assez épais qui se dirigent vers la face antérieure et qui sont reliés par deux ou trois faisceaux transversaux. Ils se perdent rapidement dans une masse fibreuse centrale qui n'offre plus de fibres transversales bien nettes, mais un lacis irrégulier de fibrilles entre-croisées, au milieu desquelles cependant on reconnaît plusieurs fibrilles horizontales.

L'aspect du cerveau se modifie sur la coupe n° 12 et surtout sur la coupe n° 13 (fig. 14). Sur la coupe n° 12, les cellules étaient de nouveau réunies par groupes distincts : un antérieur, deux latéraux et deux postérieurs. Sur la coupe n° 13 (fig. 14), le cerveau envoie en avant deux prolongements constitués par de nombreuses fibrilles longitudinales qui donneront naissance aux nerfs antennaires supérieurs. Le groupe cellulaire antérieur se développe dans l'intervalle qui sépare ces deux faisceaux et s'avance vers le centre de la masse fibreuse. Les groupes de cellules latérales sont très rapprochés des cellules postérieures. Les faisceaux qui se rendent dans les antennes supérieures reçoivent un grand nombre de fibrilles provenant des cellules postérieures et des cellules latérales (n). Ces fibrilles sont reliées par deux commissures transversales :

l'une postérieure, l'autre centrale (*t. c*). D'autres fibrilles, partant également des cellules postérieures, forment un faisceau médian (*p*) qui se continue jusqu'aux cellules antérieures, après avoir abandonné des fibrilles qui se perdent dans les commissures. Les fibrilles de la commissure centrale se confondent sur les côtés dans deux masses latérales formées par un épais feutrage de fibrilles entre-croisées (*m. f*). La commissure postérieure présente de nombreuses fibrilles qui se recourbent en avant jusqu'à la commissure centrale et limitent avec cette dernière un espace traversé par le petit faisceau *p* et renfermant des faisceaux de fibrilles verticales. Remarquons encore, sur cette coupe, que le bord postérieur du cerveau n'offre plus de limites très nettes, et, sur les coupes suivantes, nous en verrons sortir les deux faisceaux qui forment l'anneau œsophagien.

Cette disposition est indiquée sur la figure 15, qui représente la coupe n° 15. Des angles postérieurs du cerveau sortent deux faisceaux volumineux qui doivent rejoindre le premier ganglion de la chaîne et qui passent entre les groupes de cellules latérales et les cellules postérieures; ces dernières se sont réunies en un groupe unique séparant ces deux faisceaux l'un de l'autre. On ne reconnaît plus, sur cette coupe, qu'une seule commissure, la commissure centrale (*t. c*), dont les fibrilles se continuent à la fois dans les faisceaux postérieurs et dans les faisceaux antérieurs qui se rendent aux antennes supérieures. De nombreux faisceaux de fibres verticales apparaissent de chaque côté et en dessous de la commissure. La région antérieure du cerveau présente un certain nombre d'îlots formés par un épais feutrage de fibrilles et qui correspondent à ceux que nous avions vus, sur les coupes transversales, constituer la région ventrale du cerveau (*f. i*); ces îlots sont traversés par les fibres longitudinales des faisceaux antennaires ; ils sont reliés les uns aux autres par des fibrilles plus lâches et séparés par des traînées de cellules provenant du groupe antérieur. La différenciation de la substance du renflement olfactif en petites balles séparées est moins nette

ici que sur les coupes transversales, Ce dernier groupe renferme beaucoup moins de cellules que sur les coupes précédentes; ces cellules se prolongent toujours vers le centre du cerveau jusqu'à la commissure centrale.

Cette commissure, très peu distincte sur la coupe n° 16, disparaît complètement sur la coupe n° 17. Les îlots de la région antérieure sont toujours visibles; la région postérieure du cerveau est composée d'une masse de fibrilles entre-croisées en arrière de ces îlots, fibrilles qui se disposent parallèlement pour constituer les deux faisceaux postérieurs. Les cellules antérieures sont peu nombreuses; les cellules latérales se réduisent aussi et s'éparpillent sur le bord externe des faisceaux postérieurs; les cellules postérieures sont toujours situées entre ces deux faisceaux.

Sur la coupe n° 18, le cerveau est nettement divisé en deux moitiés, dont chacune est elle-même divisée en deux régions, antérieure et postérieure. Chacune de ces portions est formée par des fibrilles étroitement entre-croisées, parmi lesquelles on distingue toujours des fibres longitudinales. La séparation du cerveau en deux moitiés latérales tient à ce que les cellules postérieures se sont développées en avant et rencontrent les cellules antérieures. Les groupes latéraux de cellules n'existent plus. Les faisceaux des fibres antennaires supérieures ne sont plus atteints par la coupe, mais les faisceaux postérieurs existent toujours.

La séparation en quatre lobes de la masse fibreuse du cerveau est mieux marquée encore sur la coupe n° 19 (fig. 16). Ces lobes sont séparés par une masse considérable de cellules nerveuses qui s'étalent à droite et à gauche de la ligne médiane et qui se prolongent en avant et en arrière, de telle sorte que le groupe qu'elles constituent a une forme cruciale. En arrière du cerveau, on reconnaît la coupe transversale de l'œsophage, distant du cerveau d'un tiers de millimètre environ; de chaque côté, et en arrière de l'œsophage, existent des fibrilles longitudinales qui appartiennent aux connectifs formant le collier œsophagien.

La coupe n° 20 ne présente plus que quatre portions très petites de la substance fibreuse, séparées par de nombreuses cellules nerveuses.

Les deux coupes suivantes, tout à fait superficielles, n'intéressent plus que des cellules nerveuses formant une écorce à la face ventrale du cerveau.

Si nous étudions quelques-unes de ces dernières coupes horizontales en les prenant dans un ordre inverse, c'est-à-dire en commençant par la coupe n° 22, pour rechercher la disposition des cellules nerveuses et leur séparation en groupes distincts, nous voyons qu'à la face ventrale du cerveau existe un amas considérable de cellules nerveuses qui, en arrière, se prolonge verticalement en un groupe de cellules postérieures passant entre les deux faisceaux formant les connectifs, et en avant, se continue avec les cellules du groupe antérieur; et qu'enfin quelques cellules de la face ventrale se prolongent sur la face externe de ces mêmes faisceaux postérieurs pour rejoindre les cellules des groupes latéraux.

Coupes sagittales. — Il n'est pas nécessaire de décrire une série de coupes sagittales aussi complètement que les coupes précédentes. Je me contenterai d'étudier, avec quelques détails, trois de ces coupes : l'une passant exactement par le plan sagittal et les deux autres passant en dehors de ce plan, l'une assez voisine, l'autre un peu plus éloignée du plan sagittal.

La coupe sagittale médiane (fig. 11) montre le cerveau coupé dans toute sa hauteur, et se continuant en arrière par des fibrilles qui constitueront l'anneau œsophagien (*f. p*). Ces fibrilles, qui s'écartent peu à peu du plan sagittal, ne sont visibles que sur une certaine longueur, et le cerveau est séparé de l'œsophage (*œ*) par une masse épaisse de tissus : muscles, fibres conjonctives renfermant de nombreux noyaux, cellules hypodermiques, glandes salivaires. Ces dernières entourent l'œsophage et sont surtout développées en avant et de chaque côté de ce conduit (*g. s*).

Les fibres nerveuses qui forment la masse centrale du cerveau présentent, sur cette coupe, la disposition suivante : à l'angle postérieur du cerveau arrivent un grand nombre de fibres parallèles horizontales qui appartiennent aux filets de l'anneau œsophagien et qui se divisent en un grand nombre de faisceaux secondaires. Ceux-ci s'épanouissent dans la masse centrale du cerveau en se recourbant et en s'anastomosant les uns avec les autres, et ils forment ainsi de nombreuses mailles occupées par des fibres transversales. La région ventrale du cerveau comprend un paquet de fibrilles horizontales (*n. a*), limité supérieurement par une traînée de cellules nerveuses qui pénètre assez profondément dans la masse fibreuse (*c. c*). Ce faisceau s'affaiblit en avant et disparaît avant d'atteindre la face antérieure du cerveau sur la coupe représentée figure 11, mais se continue avec les nerfs antennaires supérieurs sur des coupes passant en dehors du plan sagittal. Parmi les fibrilles de ce volumineux faisceau, les unes se continuent avec les fibrilles longitudinales postérieures (*f. p*) qui forment le collier œsophagien, les autres se perdent dans les cellules ganglionnaires postérieures, d'autres enfin, celles qui occupent la partie dorsale du faisceau, se recourbent par leur extrémité profonde et viennent se perdre au milieu des fibrilles anastomosées qui constituent la masse fibreuse centrale du cerveau. Sur les bords antérieur et postérieur de cette masse centrale, les fibrilles ne forment pas de faisceaux mais sont lâchement entre-croisées.

Le mode de distribution des cellules nerveuses que l'on constate sur cette coupe permet de vérifier les dispositions que nous avons reconnues dans l'étude des coupes transversales et horizontales. Les cellules forment à la surface du cerveau une écorce presque continue, qui offre des portions plus minces et d'autres plus épaisses, mais elles n'existent pas à la face postérieure du cerveau, sauf à la partie supérieure. Nous avons effectivement reconnu, sur les coupes horizontales (fig. 10 et 14), que les cellules du groupe ganglionnaire postérieur formaient deux groupes distincts de chaque côté de la

ligne médiane; on ne peut donc pas les rencontrer sur une coupe qui passe exactement par le plan sagittal.

L'écorce ganglionnaire est très épaisse au niveau de la pointe supérieure du cerveau; le groupe de cellules qu'on y remarque se prolonge sur le bord postérieur du cerveau, mais sur une certaine longueur seulement, tandis que sur la face antérieure les cellules nerveuses se continuent sous forme d'une mince couche qui devient plus épaisse vers le milieu de de cette face et envoie dans la région centrale du cerveau une bande assez épaisse qui s'étend au-dessus du faisceau de fibrilles destinées aux antennes supérieures, et sépare ainsi la moitié antérieure du cerveau en deux régions supérieure et inférieure, que nous avons aussi distinguées sur les premières coupes transversales (fig. 1–4). A la face ventrale du cerveau, l'écorce cellulaire est moins développée, mais elle s'épaissit vers l'angle postérieur du cerveau pour s'amincir de nouveau et disparaître peu à peu sur les fibrilles qui formeront le collier œsophagien. Vers le point où ces fibrilles abandonnent le cerveau, il existe un amas assez considérable de cellules nerveuses (*c. p*); ces cellules correspondent à cette traînée de cellules qui, sur les coupes transversales, part du groupe cellulaire ventral pour venir se placer entre les deux moitiés latérales du cerveau (fig. 8 et 17), puis dans l'espace que laissent entre eux à leur origine les deux connectifs qui se rendent au premier ganglion de la chaîne. Ces cellules sont représentées sur la coupe horizontale (fig. 16 en *c. p*).

La figure 12 représente une coupe qui passe un peu au dehors du plan sagittal. Un des filets du collier œsophagien est coupé sur une certaine longueur. Les fibres horizontales qui le constituent se relèvent à leur entrée dans le cerveau et se perdent dans la masse centrale. Le faisceau de fibrilles destinées aux antennes supérieures se prolonge au delà de l'enveloppe pigmentaire du cerveau; ses fibrilles se perdent aussi dans la masse centrale; elles se réunissent aux fibrilles postérieures pour former plusieurs faisceaux recourbés et anastomosés, entre lesquels se trouvent des paquets de fibrilles

transversales. A l'extrémité postérieure du cerveau on voit se détacher sur le côté ventral un faisceau assez volumineux dans lequel pénètrent quelques fibrilles des faisceaux antérieur et postérieur : ce faisceau est destiné à l'antenne inférieure.

La couche cellulaire est très large à l'extrémité supérieure et à la face antérieure du cerveau. Les cellules sont, au contraire, peu nombreuses sur la face ventrale; sur la face postérieure elles forment un petit groupe qui n'existait pas sur la coupe médiane. Quant à la masse volumineuse de cellules qui occupait la face dorsale du faisceau antennaire supérieur, elle est réduite ici à quelques cellules seulement.

Enfin, la coupe sagittale, plus éloignée que la précédente du plan sagittal (fig. 13), présente une partie inférieure formée de fibres horizontales, qui se continue en avant avec les nerfs antennaires supérieurs, et en arrière avec les filets du collier œsophagien, à peine intéressé par cette coupe. Au milieu de ces fibres longitudinales existent de nombreuses fibrilles transversales. La région supérieure du cerveau est constituée par de nombreux faisceaux anastomosés sortant, les uns des fibres horizontales inférieures, les autres des cellules postérieures, d'autres des cellules supérieures.

Les cellules ganglionnaires sont réduites sur cette coupe à une masse considérable coiffant la partie supérieure du cerveau, et à un groupe de cellules postérieures. La couche formée par les cellules antérieures est mince, et à la face ventrale du cerveau, les cellules forment également un groupe peu considérable.

L'étude de ces trois séries de coupes horizontales, transversales et sagittales nous permet de résumer de la manière suivante la disposition des cellules nerveuses à la surface de la masse fibreuse centrale. L'extrémité supérieure du cerveau est coiffée par une masse épaisse de cellules nerveuses (fig. 11, 12 et 13, *c. s*; fig. 4 et 5, *c. s*), qui se continue sur la face antérieure de cet organe sous forme d'une large bande

(fig. 11, 12 et 13, *c. a*; fig. 1, 5 et 3, *c. s*; fig. 10, 14 et 15, *c. a*). Cette bande s'étend sur les deux tiers supérieurs de cette face jusqu'aux faisceaux qui forment les nerfs antennaires supérieurs (*n. a*, fig. 11 et 12). A ce niveau, la bande cellulaire s'infléchit et se continue dans le plan sagittal au-dessus de ces faisceaux, sous forme d'une large traînée qui pénètre jusqu'à une certaine profondeur dans la masse des fibres centrales (*c. c*, fig. 11, 14, 1, 2 et 3). En arrière, la calotte cellulaire supérieure se continue sur la face postérieure du cerveau en deux bandes parallèles situées de chaque côté de la ligne médiane (fig. 6, 7 et 8, *c. s*; fig. 10 et 14, *c. p*). Ces deux bandes, au niveau de l'origine des deux filets du collier œsophagien, se réunissent en une bande unique (*c. p*, fig. 11, 15 et 16), qui passe entre ces deux filets et atteint alors la face ventrale du cerveau, sous laquelle elle s'étale en formant une masse considérable de cellules nerveuses qui, très large et très épaisse dans la moitié postérieure (fig. 6, 7 et 8, *c. v*), s'amincit peu à peu en avant (fig. 5). Ses cellules se séparent les unes des autres (fig. 2, 3 et 4, *c. v*) et s'éparpillent au milieu de fibrilles qui sortent du cerveau pour pénétrer dans les antennes supérieures.

La bande cellulaire antérieure, au moment où elle envoie la traînée cellulaire centrale, donne aussi naissance sur les côtés à deux bandes latérales (*c. l. h*, fig. 2, 8), qui se dirigent vers l'angle postérieur du cerveau parallèlement au bord inférieur de cet organe. Ces bandes, d'abord très épaisses (fig. 3 et 4), s'allongent et s'aplatissent en arrière, et leurs cellules s'éparpillent sur les faisceaux postérieurs du cerveau. Ce sont les bandes latérales horizontales qui se voient sur toutes les coupes transversales.

Enfin, la calotte cellulaire supérieure donne encore naissance sur ses côtés à deux autres bandes, les bandes latérales (*c. l. v*, fig. 10, 14 et 15), qui descendent vers la face ventrale du cerveau, parallèlement aux bandes postérieures, et qui disparaissent sur les faisceaux postérieurs. Ces bandes verticales sont moins développées et sont aussi moins longues

que les bandes horizontales ; par leurs bords, elles se confondent plus ou moins avec les cellules des bandes postérieures.

Comme il existe sur chaque face latérale du cerveau une bande latérale horizontale et une bande verticale, il doit nécessairement arriver que ces deux bandes se rencontrent en un point déterminé. C'est en effet ce qui arrive, et la coupe transversale n° 15 (fig. 5) passe précisément par le point d'intersection de ces bandes. Chacun des groupes latéraux de cellules qu'on trouve sur cette coupe comprend les cellules de la bande horizontale dans sa moitiés upérieure. Nous nous expliquons ainsi pourquoi les coupes horizontales, à un certain niveau (coupes nos 10 et 11), présentent une masse centrale fibreuse entourée d'une écorce ganglionnaire continue. Cette couche cellulaire, qui n'est interrompue qu'en arrière sur la ligne médiane, est effectivement formée par la bande antérieure et les deux bandes latérales horizontales qui s'en détachent, puis par les bandes verticales qui rencontrent ces dernières et qui sont coupées transversalement, ainsi que les bandes postérieures.

En ce qui concerne l'origine et les relations des différents faisceaux dont nous aurons pu reconnaître les trajets dans les coupes étudiées plus haut, je me bornerai aux quelques remarques suivantes. Le faisceau volumineux qui sort de chaque côté par l'angle externe du cerveau pour pénétrer dans le pédoncule oculaire (1), renferme des fibrilles venant des cellules antérieures et des cellules centrales. Ce faisceau est compris à sa base entre la bande cellulaire antérieure, la calotte supérieure et les bandes latérales horizontales et verticales. Un grand nombre de ses fibrilles proviennent de la région supérieure de la masse centrale fibreuse, quelques-unes

(1) Les nombreuses coupes que j'ai faites à travers le pédoncule oculaire et l'œil de la *Mysis* ne m'ont rien offert de nouveau et mes préparations sont tout à fait conformes aux dessins représentés par Grenacher, dans son beau travail : *Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden*, pl. X, fig. 110.

se continuent dans la région inférieure. Quelques fibrilles destinées à ces faisceaux s'entre-croisent au centre du cerveau et forment avec les fibres olfactives un véritable chiasma (fig. 2 et 3, *ch*). Enfin de nombreuses fibrilles situées surtout sur la face dorsale, passent directement d'un côté à l'autre et relient aussi les deux faisceaux.

La masse fibreuse centrale, outre les fibres nombreuses qui sortent des cellules nerveuses (voy. en *f*, fig. 3; *i*, fig. 4; *c*, *k*, *m*, fig. 5; *f*, *s*, fig. 6; *k*, *s*, fig. 6; *k*, *m*, *t'*. *v'*, fig. 7; *k*, *m*, fig. 8, et *n*, fig. 14) et qui constituent de nombreux faisceaux anastomosés, reçoit aussi les faisceaux volumineux provenant de la chaîne ventrale et qui s'épanouissent en se confondant avec les faisceaux précédents. Certaines fibrilles venant de la chaîne ventrale se continuent directement dans les nerfs antennaires inférieurs (fig. 12) et supérieurs (fig. 14).

Un assez grand nombre de faisceaux transversaux relient les deux moitiés symétriques du cerveau. Nous avons vu que de nombreuses fibrilles dorsales superficielles s'étendaient entre les deux faisceaux qui constitueront les nerfs optiques. Ces fibres commissurales superficielles existent surtout dans la moitié antérieure du cerveau (fig. 2, 3, 4 et 5). Elles sont remplacées dans la moitié postérieure par des fibres commissurales situées plus profondément, formant les deux commissures *t. d* et *t. v* que nous avons étudiées sur les coupes transversales 5, 6, 7 et 8. D'autres commissures transversales se reconnaissent encore sur les coupes horizontales (fig. 14 et 15). Si l'on compare les coupes horizontales et les coupes transversales, on remarque que la commissure *t. c* des coupes horizontales occupe la même situation que la commissure *t. v* des coupes transversales; qu'en d'autres termes la même commissure est composée de fibrilles qui s'épanouissent, les unes dans un plan horizontal, les autres dans un plan transversal.

La région supérieure du cerveau donne surtout des fibres aux nerfs optiques. La région inférieure est en rapport avec l'appareil de l'olfaction, et renferme un organe à structure

caractéristique, dont les relations et la constitution sont très constantes chez les Arthropodes. Enfin c'est de la région moyenne, dans laquelle s'épanouissent la plupart des fibres de la commissure œsophagienne, que sortent les nerfs de l'antenne inférieure.

CHAINE ABDOMINALE

La structure de la chaîne abdominale est extrêmement simple. Les ganglions qu'on y remarque ne présentent pas de dimensions considérables et ne forment qu'une très faible saillie au-dessus des connectifs qui les relient les uns aux autres. Le volume de ces ganglions se réduit encore beaucoup dans l'abdomen.

Le ganglion sous-œsophagien ne paraît différer, ni par ses dimensions, ni par sa structure, des autres ganglions de la chaîne.

Lorsque l'on étudie une série de coupes transversales continuant celles que nous avons étudiées plus haut, on voit que les deux filets qui constituent le collier œsophagien sont constitués par des faisceaux de fibrilles longitudinales, parallèles, qui sont séparés par de minces faisceaux entre-croisés déterminant la formation de mailles renfermant les premiers. Au milieu de ces fibrilles on rencontre quelques cellules nerveuses disposées sans ordre.

Après s'être écartés l'un de l'autre au niveau de l'œsophage, les deux filets se rapprochant de la ligne médiane courent pendant un certain temps parallèlement l'un à l'autre, séparés par un intervalle de $0^{mm},06$ à $0^{mm},07$, puis se réunissent pour former le ganglion sous-œsophagien. Celui-ci présente une structure très simple (fig. 9). Il offre une portion fibreuse dans laquelle on distingue deux régions distinctes : l'une inférieure ou ventrale renfermant surtout des fibres transversales parallèles (*f. i*), s'étendant horizontalement d'un côté à l'autre, et une région supérieure renfermant surtout des fibres longitudinales disposées en petits groupes séparés les uns des

autres par de minces faisceaux de fibrilles entre-croisés (*f. s*). Les cellules nerveuses forment deux groupes, disposés à droite et à gauche de la portion fibreuse, qui occupent les côtés du ganglion et se continuent sur sa face ventrale sans atteindre cependant la ligne médiane. Quelques cellules sont distribuées irrégulièrement au milieu des fibrilles.

Puis le ganglion s'étrangle en son milieu, se divise en deux moitiés qui se séparent l'une de l'autre, et se réuniront de nouveau pour constituer le ganglion suivant.

Les connectifs qui relient ainsi les différents ganglions de la chaîne sont formés de fibres longitudinales, toujours séparées en petits îlots par de minces faisceaux entre-croisés, mais ils ne renferment pas de fibres transversales inférieures, comme on en voit dans les ganglions. On trouve toujours sur les faces latérales quelques cellules nerveuses (fig. 8).

Le ganglion sous-œsophagien, comme les ganglions qui le suivent, présente une largeur de $0^{mm},3$ environ, une hauteur de $0^{mm},08$ dans sa région médiane rétrécie, et de $0^{mm},135$ au niveau des deux renflements latéraux qu'il présente.

Les deux filets des connectifs qui s'étendent entre les premier, deuxième et troisième ganglions de la chaîne ne sont pas accolés l'un contre l'autre, mais sont séparés par une certaine épaisseur de tissu conjonctif. Au delà du troisième ganglion, ils se rapprochent et s'accolent : ils ne sont plus alors séparés que par une mince cloison conjonctive.

Les fibres transversales qui forment une région inférieure distincte dans le premier ganglion de la chaîne, se rencontrent aussi dans les ganglions suivants, puis s'effacent peu à peu et disparaissent complètement dans les ganglions abdominaux.

De même, les cellules nerveuses qu'on observe dans les ganglions et celles qui se trouvent tout le long des connectifs, deviennent moins nombreuses dans la partie abdominale de la chaîne.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Toutes les figures ont été dessinées à un même grossissement de 56 diamètres, sauf les figures 9 et 18 dessinées à un grossissement de 105.

Lettres communes à toutes les figures.

c. a. Cellules ganglionnaires antérieures.
c. c. Cellules centrales formant une masse qui naît des cellules antérieures et s'avance dans la masse fibreuse du cerveau.
c. v. Cellules ventrales ou inférieures.
c. p. Cellules postérieures.
c. l. h. Cellules nerveuses formant une bande latérale horizontale.
c. l. v. Cellules formant une bande latérale verticale.
f. s. Fibrilles de la portion supérieure du cerveau.
f. m. Fibrilles de la portion moyenne.
f. i. Fibrilles de la portion inférieure qui se montre divisée sur les coupes transversales en un certain nombre d'îlots distincts reliés par des fibrilles délicatement entre-croisées.
m. f et *m. o.* Masses de substance granuleuse et de fibrilles entre-croisées près des groupes latéraux de cellules nerveuses.
n. ol. Renflements olfactifs.
n. a. Fibrilles antérieures devant constituer les nerfs des antennes supérieures.
n. m. Fibrilles se rendant aux nerfs des antennes inférieures.
n. o. Fibrilles constituant les épais faisceaux qui se rendent dans les pédoncules oculaires.
t. c. Faisceau transversal formant une commissure centrale visible sur les coupes horizontales.
t. d. Faisceau transversal formant une commissure dorsale visible sur les coupes transversales.
t. v. Faisceau transversal formant une commissure ventrale visible sur les mêmes coupes.
t'. v'. Fibrilles qui se séparent de cette commissure pour constituer un faisceau vertical qui se perd inférieurement dans les cellules verticales.
a, b, c, d, f, g, h, i, k, m, n, p. Différents faisceaux qu'on reconnaît sur les coupes transversales et horizontales.
ch. Chiasma des fibres optico-olfactives.
e. Estomac.
gs. Glandes salivaires.
h. Tubes hépatiques.
s. Liquide sanguin coagulé formant des masses de fines granulations.
t. téguments.

Planche X.

Fig. 1 à 8. — Coupes transversales successives du cerveau, d'avant en arrière.

Fig. 1. Coupe tangentielle de la face antérieure du cerveau. *a*, fibrilles verticales allant des cellules supérieures aux cellules centrales.

Fig. 2. La masse fibreuse offre une région inférieure, *f. i*, formée par plusieurs îlots distincts de substance granuleuse fibrillaire, et une région supérieure où l'on distingue des fibrilles transversales *b* et *d*, et des faisceaux obliques *c* aboutissant aux cellules centrales; *r. ol*, renflements olfactifs; *ch*, chiasma des fibres optico-olfactives.

Fig. 3. Mêmes régions dans la masse fibreuse; continuation des faisceaux *b*, *c* et *d*; un faisceau *f* sort des cellules supérieures et forme, avec les fibrilles de *c*, un faisceau *g* qui se perd dans la région inférieure du cerveau.

Fig. 4. La région inférieure du cerveau *f. i* se réduit, tandis que la région supérieure devient plus développée; les fibrilles transversales superficielles de la face dorsale sont très nombreuses; on reconnaît les faisceaux *f* et *g*; *h*, petit faisceau transversal reliant les deux faisceaux *c*; *i*, faisceau sortant des cellules latérales et se continuant avec *g*; *k*, fibrilles sortant des cellules latérales et rejoignant le faisceau *f*.

Fig. 5. La région inférieure du cerveau *f. i* continue à se réduire; la région supérieure *f. s* présente des fibrilles transversales moins nombreuses que sur les figures précédentes; une région moyenne comprenant deux commissures transversales, dorsale *t. d*, et ventrale *t. v*, un faisceau oblique volumineux *k*, et des masses latérales de fibrilles étroitement entre-croisées, apparaît entre les régions supérieure et inférieure.

Fig. 6. La région inférieure n'existe plus, la région supérieure est réduite à quelques fibrilles lâchement unies, la commissure dorsale a disparu, les faisceaux *k* se disposent verticalement, la commissure ventrale se recourbe latéralement et forme les faisceaux *l* qui montent vers la face supérieure du cerveau.

Fig. 7. Les cellules supérieures (devenues postérieures) forment deux masses distinctes; les fibrilles *t'. v'* appartenant à la commissure ventrale continuent les faisceaux *k* que traversent obliquement de nouveaux faisceaux *m*.

Fig. 8. Le cerveau tend à se diviser en deux moitiés latérales par l'extension des cellules ventrales. Les faisceaux entre-croisés entourent des groupes considérables de fibrilles longitudinales.

Fig. 9. Coupe du ganglion sous-œsophagien et des tissus qui l'entourent. *c'*, les cellules nerveuses formant deux groupes latéraux; *f. i*, fibrilles transversales ou inférieures; *f. s*, fibrilles supérieures comprenant de nombreux faisceaux longitudinaux séparés par de minces faisceaux anastomosés.

Fig. 10. Coupe horizontale du cerveau dans la région supérieure.

Planche XI.

Fig. 11-13. — Trois coupes sagittales du cerveau.

Fig. 11. Coupe sagittale médiane de l'extrémité antérieure du corps de la *Mysis flexuosa*. Les cellules nerveuses forment à la surface du cerveau une couche qui n'est interrompue que sur son bord postérieur.

Fig. 12. Coupe longitudinale passant un peu en dehors du plan sagittal. En avant, le cerveau donne naissance aux nerfs antennaires supérieurs; en arrière, au collier œsophagien; en arrière et en bas, au nerf de l'antenne inférieure.

Fig. 13. Coupe parallèle aux précédentes, mais plus éloignée que la précédente du plan sagittal. Les cellules nerveuses ne forment qu'un groupe important en *c. s.*

Fig. 14-16. — Trois coupes horizontales du cerveau.

Fig. 14. La coupe passe par le plan qui contient les cellules centrales; les cellules postérieures forment deux groupes distincts.

Fig. 15. Coupe passant par un plan inférieur à celui de la coupe précédente; les cellules postérieures forment un groupe unique entre les deux faisceaux postérieurs.

Fig. 16. Coupe très voisine de la face inférieure du cerveau.

Fig. 17. Coupe transversale du cerveau au niveau de l'origine des faisceaux que forment les nerfs des antennes inférieures. Les cellules qui occupent le centre de la coupe appartiennent au groupe des cellules postérieures.

Fig. 18. Coupe transversale de la chaîne abdominale entre le troisième et le quatrième ganglion.

SUR

L'ANATOMIE DES GORDIENS

Par M. A. VILLOT.

INTRODUCTION

Je me propose, dans le présent Mémoire, de décrire quelques particularités de structure nouvellement observées, de rectifier plusieurs assertions inexactes de mes précédentes publications sur le même sujet (1), et de répondre aux critiques dont ces publications, déjà anciennes, ont été récemment l'objet de la part du docteur Fr. Vejdovsky (2).

L'intéressant Mémoire que le savant professeur de Prague vient de consacrer à l'anatomie des Gordiens est riche de détails descriptifs et contribuera sans aucun doute aux progrès de la science; mais on y trouve aussi, malheureusement, de nombreuses erreurs d'observation et d'interprétation.

Ces imperfections — que l'auteur aurait pu éviter, s'il avait tenu compte de notre expérience acquise et rempli les conditions que nous avions indiquées comme nécessaires dans ces études — sont, ainsi que cela arrive presque toujours, les conséquences inévitables d'une technique insuffisante et non appropriée à la nature des objets. L'observation par transparence d'individus entiers ne peut, ainsi que nous l'avions dit et répété, donner de bons résultats. Quel que soit le degré de

(1) *Monographie des Dragonneaux* (*Arch. de zool. expér. et génér.*, t. III, 1874); *Nouvelles Recherches sur l'organisation et le développement des Gordiens* (*Ann. des sc. nat. zool.*, 6e série, t. XI, 1881).

(2) *Zur Morphologie der Gordiiden* (*Zeits. für wissensch. Zool.*, XLIII Bd., 1886).

transparence obtenu, il est impossible de se faire une idée juste de la forme des organes et d'en suivre les contours d'une manière précise, en raison de l'épaisseur de la préparation et des jeux de lumière qui se produisent dans son intérieur. Il faut, dans ce cas, faire une dissection sous la loupe ou avoir recours à un procédé beaucoup plus facile et plus expéditif, à la méthode des coupes. Celles-ci doivent être tout d'abord exécutées sur des échantillons frais, sortant de l'eau et encore humides, si l'on veut voir les tissus dans leur état normal. En effet, les tissus des Gordiens sont, à l'état de vie, fortement imprégnés d'eau, et l'emploi des agents fixateurs les plus délicats suffit pour les modifier beaucoup. Il est donc prudent, avant de les soumettre à l'action de l'alcool ou de tout autre agent durcissant, de prendre connaissance de leur état de nature, afin de les décrire et de les figurer ensuite sous leur véritable aspect. Il convient également, pour éclaircir et conserver les coupes, de les immerger dans un mélange glycériné, tel que celui dont j'ai donné la formule dans ma *Monographie des Dragonneaux*, p. 182 (1). Le baume du Canada, dont s'est servi Vejdovsky, ne vaut rien comme véhicule, et cela pour deux raisons : d'abord, parce qu'il nécessite préalablement une déshydratation complète des objets ; ensuite, parce que son indice de réfraction ne permet pas l'observation des fins détails de structure.

D'autre part, il a manqué à Vejdovsky, pour interpréter exactement les faits observés, la connaissance si instructive du développement larvaire. Les matériaux nécessaires, qui m'avaient aussi fait défaut en 1873 et en 1881, m'ont été fournis dans ces derniers temps par de nombreuses larves de *Gordius violaceus*, trouvées à l'état parasite dans la cavité abdominale de cinq Procrustes (*Procrustes coriaceus*). L'étude de cette phase intermédiaire, qui établit le passage de la forme embryonnaire à la forme adulte, jette un jour tout nouveau

(1) Je possède des coupes conservées dans cette liqueur depuis 1873, et qui n'ont encore subi aucune altération.

non seulement sur l'organisation des individus adultes, mais encore sur celle de l'embryon.

On ne peut d'ailleurs s'expliquer complètement les erreurs de Vejdovsky sans faire intervenir d'autres causes purement personnelles. Nous croyons que le savant auteur du *Système des Oligochètes* a subi l'influence de ses recherches antérieures, et qu'il s'est laissé trop facilement entraîner par le désir de retrouver chez les Gordiens l'organisation des Annélides. C'est ainsi qu'il a été fatalement conduit à s'exagérer la valeur des rapports des uns avec les autres et qu'il a pu méconnaître les véritables affinités du genre *Gordius*. J'ai montré en 1873 que les Gordiens ne sont pas des Nématoïdes, et Vejdovsky n'a fait, sur ce point, que confirmer ma manière de voir; mais ce serait certainement dépasser la mesure que d'exclure maintenant l'ordre des Gordiens de la sous-classe des Némathelminthes pour le rattacher à la classe des Annélides. L'idée n'est d'ailleurs rien moins que nouvelle: elle date d'un siècle et fut longtemps classique. Cuvier, dans son *Règne animal*, place en effet le genre *Gordius* parmi les Annélides. Mais à cette époque on ignorait encore que les Dragonneaux passent la plus grande partie de leur existence à l'état parasite, et l'on ne savait presque rien de leur organisation. Tout ce qu'on a appris depuis prouve que ces Vers sont de véritables Helminthes; et les arguments que Vejdovsky vient de faire valoir pour rétablir l'ancienne classification de Cuvier ne reposent, ainsi que nous allons le montrer, que sur des observations insuffisantes et des interprétations erronées.

I

Cuticule.

Il est à remarquer que Vejdovsky ne fait aucune mention du seul caractère qui pourrait, à première vue, justifier le classement des Gordiens parmi les Annélides. Je veux parler

des *anneaux* qu'on observe chez l'embryon et la larve parasite. La ressemblance est, d'ailleurs, plus apparente que réelle. Les anneaux de l'embryon et de la larve des *Gordius*, de même que ceux d'un grand nombre de Nématoïdes, ne sont point les indices extérieurs d'une véritable métamérisation. Ils ne représentent que de simples plis des téguments. Cette disposition, nécessitée par les conditions d'existence de l'embryon et de la larve parasite, ne tarde pas à disparaître chez les adultes. La preuve que le plissement des téguments et la métamérisation sont deux choses distinctes, nous est fournie par les Hirudinés. On sait que chez ces Vers parasites les anneaux des téguments ne correspondent nullement aux véritables segments du corps.

Je suis parfaitement d'accord avec Vejdovsky sur la structure de la cuticule, et je trouve dans la conformité de sa description une preuve de l'exactitude de la mienne. Mais ce savant naturaliste me reproche d'avoir désigné les deux parties de la cuticule sous les noms d'*épiderme* et de *derme*. L'emploi de ces deux dénominations me paraît cependant justifié non seulement par la structure, mais encore par le développement et les propriétés physiologiques. L'épiderme représente à lui seul la véritable cuticule, la cuticule primitive, celle de l'embryon et des larves parasites. Le derme ou cuticule fibreuse ne se développe que vers la fin de la vie parasitique. L'indépendance de ces deux parties de la cuticule se manifeste d'ailleurs même après leur réunion, car il arrive souvent chez les adultes que l'épiderme se détache des couches fibreuses sous-jacentes.

II

Hypoderme, système nerveux et appareil aquifère.

Pour Vejdovsky, comme pour la plupart des anciens auteurs, l'hypoderme des individus adultes est représenté par

une couche de nature épithéliale, qui sert de matrice à la cuticule. C'est une manière de voir contre laquelle je me suis prononcé dès mes premières recherches, en 1873. Rien, dans l'organisation des adultes, ne peut être considéré comme la matrice de la cuticule; et il y a une excellente raison pour cela, c'est que la cuticule des *Gordius* se forme bien avant l'âge adulte. Ainsi que je l'ai déjà dit, l'épiderme a une origine embryonnaire, et le derme est entièrement formé lors du passage de l'état parasite à l'état libre. J'ai aussi montré, dans mes *Nouvelles Recherches*, que l'hypoderme des adultes n'est constitué ni par des cellules épithéliales ni par un protoplasme nucléé, mais bien par des éléments fibrillaires de nature nerveuse. Tout cela, je le maintiens et le crois encore parfaitement exact. Je dois seulement reconnaître que j'ai eu le tort de prendre les soi-disant noyaux décrits par les auteurs pour des cellules nerveuses en rapport avec les éléments fibrillaires et les papilles épidermiques. Ces soi-disant noyaux sont des *organes vésiculaires* en rapport avec les pores de l'épiderme et les canalicules aquifères qui traversent le derme.

Pour connaître l'origine et la signification histologique de ces divers éléments, il faut les étudier chez les larves parasites avant la formation du derme. On trouve sous la cuticule épidermique de ces larves une couche de belles cellules embryonnaires de forme prismatique et à contours hexagonaux. Cette couche cellulaire, vue par sa face supérieure, ressemble beaucoup à un épithélium pavimenteux. On distingue dans chaque cellule un gros noyau, qui se colore vivement par le carmin, et un contenu protoplasmique d'apparence granuleuse. Mais, si l'on examine ces cellules embryonnaires en coupe longitudinale, on voit que leur protoplasme est en réalité formé de fibrilles en voie de développement. On remarque, en outre, que leur noyau passe à l'état de vésicule et émet par chacun de ses pôles un prolongement tubulaire. Ce dernier fait explique parfaitement pourquoi les vésicules aquifères des adultes se colorent si vivement par le carmin, et

comment elles ont pu être prises pour des noyaux. Ce sont, en réalité, des noyaux transformés en organes vésiculaires.

Le plexus ventral et le système nerveux central font intégralement partie de l'hypoderme, et ne représentent autre chose qu'un développement particulier de ses éléments fibrillaires. Ils procèdent, par conséquent, de l'ectoderme, et non du mésoderme, comme je l'ai dit par erreur dans ma *Monographie*.

Je ne reviendrai pas sur la complication remarquable du système nerveux central des Gordiens. La description détaillée que j'en ai donnée en 1881 a été confirmée et en grande partie reproduite par Vejdovsky. Il est à regretter seulement que Vejdovsky, avant de déclarer mes dessins purement schématiques, n'ait pas eu l'idée d'en vérifier l'exactitude en répétant avec le microtome mes trois coupes longitudinales (fig. 5, 6 et 7 de mes *Nouvelles Recherches*). Les figures 26, 27 et 28 de son Mémoire, où il représente le système nerveux central du *G. Preslii* (*G. violaceus* de Baird), sont certainement beaucoup moins exactes et beaucoup plus schématiques que les miennes. Ces figures ne représentent, en effet, que des coupes optiques d'individus entiers, observés par transparence, et l'on s'explique très bien par le défaut de précision de ce mode d'observation les inexactitudes du dessin. Le sillon médian du ganglion céphalique, que Vejdovsky a indiqué sur ses figures 27 et 28, n'existe point en réalité, ainsi que le prouvent péremptoirement les coupes transversales de cet organe (fig. 2 et 4 de mon Mémoire; fig. 41 du Mémoire de Vejdovsky). Il est probable que le professeur de Prague aura pris pour un sillon extérieur la coupe optique du tube digestif qui traverse le ganglion céphalique. C'est encore l'observation par transparence qui a amené le naturaliste autrichien à représenter d'une manière inexacte les rapports du ganglion céphalique avec l'hypoderme. Les filets nerveux qui émanent du ganglion céphalique et s'irradient dans la région frontale appartiennent en réalité à l'hypoderme; et, contrairement aux figures et aux assertions de Vejdovsky, c'est précisément dans cette région que l'hypoderme atteint sa plus grande hauteur,

car il occupe tout l'intérieur de la calotte céphalique. Quant à la structure intime du cordon ventral et du plexus ventral, je l'ai décrite et figurée en 1874 et en 1881 avec autant de détails que Vejdovsky (voy. la figure 29 de ma *Monographie* et la figure 9 de mes *Nouvelles Recherches*). Mais il est une particularité qui paraît avoir échappé au naturaliste de Prague, c'est que chez la femelle, comme chez le mâle, l'extrémité postérieure du cordon ventral se divise en deux branches, qui entourent la portion terminale du cloaque.

Le cordon ventral est pourvu de deux enveloppes bien distinctes. La première, celle qui entoure immédiatement les éléments nerveux, est une membrane anhiste, très mince, qui ne représente autre chose que le prolongement de la membrane basale de l'hypoderme. Cette première enveloppe appartient, par conséquent, au feuillet ectodermique. La seconde, beaucoup plus épaisse, est fournie par le mésoderme, c'est-à-dire par les éléments cellulaires du parenchyme qui avoisinent le cordon ventral. Cette partie du parenchyme se transforme en tissu conjonctif ou même en *tissu cartilagineux* (région du cloaque chez les femelles), de manière à constituer une « chorde ventrale », que l'on peut très bien comparer, au point de vue physiologique et histologique, à la « chorde dorsale » des Vertébrés.

En ce qui concerne la nomenclature des diverses parties du système nerveux central des Gordiens, je crois que la dénomination de « ganglion céphalique » convient beaucoup mieux à l'organe en question que celle de « ganglion péripharyngien ». Et cela pour deux raisons : d'abord, parce que chez les vieux individus ce ganglion n'entoure absolument rien; ensuite, parce que ce n'est pas un pharynx, mais bien une partie de l'œsophage qui, chez les larves et les jeunes adultes, traverse le ganglion céphalique. La division du ganglion céphalique en « partie suprapharyngienne » et « partie subpharyngienne » ne me paraît pas plus heureuse. Les mots employés pour désigner ces parties présentent les mêmes inconvénients que ceux que nous avons signalés ci-dessus

pour l'expression de « ganglion péripharyngien », et la division, prise en elle-même, ne correspond pas à des différences de structure. La partie dorsale de l'anneau nerveux des larves et des jeunes adultes, que Vejdovsky prend pour une « commissure », est constituée, comme la partie ventrale, par des cellules ganglionnaires, ainsi que je l'ai figuré en 1881. Les filets nerveux qui rattachent le ganglion céphalique à l'hypoderme ne commencent à paraître qu'à la naissance du cordon ventral.

Qu'il me soit enfin permis de remarquer, au point de vue de l'histoire de la science, que Bütschli, dont les recherches sur le système nerveux sont citées par Vejdovsky avant les miennes, ne figure et ne décrit que le système nerveux des Nématoïdes proprement dits, et qu'il n'a point fait d'observations spéciales sur celui des Gordiens. Son travail sur le système nerveux des Nématoïdes a d'ailleurs paru la même année que ma *Monographie des Dragonneaux*, en 1874. Mes droits de priorité relativement à la détermination du système nerveux des Gordiens ne sauraient donc être mis en question. La valeur et la signification de mes descriptions, publiées en 1874 et en 1881, ne peuvent pas non plus être contestées, bien qu'il ait plu à certains naturalistes qui ont écrit après moi de ne pas tenir compte de mes résultats. Il serait vraiment trop facile de trouver du nouveau, s'il suffisait pour cela de mettre un point de doute sur les observations de ses devanciers et de les considérer comme non avenues, parce qu'on ne les a pas faites soi-même ou parce qu'elles n'ont pas encore obtenu l'assentiment de tout le monde.

III

Système musculaire.

La description que Vejdovsky a donnée du système musculaire des Gordiens est entachée de quelques inexactitudes.

Dans les figures 26, 27 et 28, qui sont, comme nous l'avons déjà dit, dessinées d'après des coupes optiques, Vejdovsky fait remonter la couche musculaire jusqu'à la base du ganglion céphalique, où elle se termine par un renflement bien marqué. Il n'en est réellement ainsi chez aucune espèce. La couche musculaire se termine toujours en biseau, au niveau du commencement de l'intestin, c'est-à-dire bien au-dessous du ganglion céphalique. Il suffit pour s'en convaincre de jeter un coup d'œil sur les coupes transversales, dessinées par Vejdovsky (fig. 41, 42 et 43), où l'on ne voit pas trace de tissu musculaire. Les limites postérieures du muscle cylindrique ne sont pas mieux indiquées sur les figures 5 et 6 de Vejdovsky; et l'incertitude dans laquelle l'auteur paraît être resté à cet égard lui a fait faire une confusion qu'il me prête bien gratuitement. Vejdovsky prétend que la couche musculaire, représentée sur la figure 21 de mes *Nouvelles Recherches*, n'est autre chose que la couche hypodermique, et que j'ai pris les cellules épithéliales de l'hypoderme pour des fibres musculaires en voie de développement. Et comme preuve de mon erreur, Vejdovsky fait remarquer que, dans ma manière de voir, j'aurais dû représenter au-dessous de cette soi-disant couche musculaire une couche hypodermique, qu'on ne voit nullement dans mon dessin. Vejdovsky aurait pu ajouter que la cuticule ne s'y trouve pas représentée non plus. Je dis en effet expressément, dans l'explication des planches, que je n'ai représenté dans la figure 21 que le parenchyme et le système musculaire. Vejdovsky veut aussi que mes figures 12, 13 et 14, où se trouvent représentés à la fois la cuticule, l'hypoderme et la couche musculaire, soient purement schématiques et entièrement inexactes. Pour répondre à cette imputation, je prierai simplement le lecteur de vouloir bien comparer mes figures précitées avec la figure 65 de Vejdovsky. Il lui sera facile de voir que ma figure 13 concorde parfaitement avec la figure 65 du naturaliste autrichien. Faut-il en conclure que cette figure de Vejdovsky est aussi purement schématique et entièrement inexacte?

Relativement à la structure intime des fibres musculaires, je crois devoir faire remarquer que Vejdovsky n'a figuré nulle part le tissu conjonctif dans lequel ces fibres se trouvent solidement enchâssées, et qui leur sert à la fois de lien et de séparation, comme Bütschli l'a dit très justement. Ce périmysium existe bien réellement. Il résulte, ainsi que je l'ai montré en 1881, de la fusion des enveloppes des cellules embryonnaires du mésoderme qui constituent les fibres musculaires, et rattache intimement le muscle cylindrique au parenchyme. Lorsque les fibres musculaires sont parvenues à leur état de complet développement, on ne peut plus les isoler sans déchirer ou dissoudre le périmysium. Or il arrive presque toujours que les agents mécaniques ou chimiques qu'on emploie dans ce but n'agissent que très irrégulièrement; et c'est à des adhérences partielles, ou plutôt à un isolement incomplet, qu'il faut attribuer l'apparence fasciculée qui a fait admettre par divers observateurs l'existence d'anastomoses ou de ramifications musculaires (1). Chaque fibre musculaire, à l'état de développement parfait, forme un tube complet, entièrement constitué par l'élément fibrillaire (*Fibrillensubstanz*). A l'intérieur de ce tube on ne voit plus qu'une très minime quantité de protoplasme non différencié (*Marksubstanz*); mais, comme ce résidu protoplasmique se colore vivement par le carmin et paraît plus épais vers le bord interne de la fibre, il en résulte une apparence nucléaire, qui a induit en erreur Vejdovsky et lui a fait croire à la persistance du noyau embryonnaire dans la fibre parfaite. Ce noyau embryonnaire, ainsi que je l'ai dit, se fusionne toujours avec le protoplasme avant la fermeture complète du tube fibrillaire. Quant aux soi-disant *noyaux intermusculaires*, décrits et figurés par le naturaliste de Prague, ils n'ont rien à voir avec le tissu musculaire; ils ne

(1) Lorsque le périmysium résiste aux dilacérations, il arrive parfois que les deux parois du tube fibrillaire s'écartent l'une de l'autre, laissant entre elles, au centre de la fibre, un large vide. Examinées en coupe transversale, ces fibres musculaires, ainsi dilatées, reprennent complètement leur aspect embryonnaire et ressemblent tout à fait à une cellule.

représentent autre chose que la coupe des canaux aquifères qui traversent le périmysium (1).

J'ai beaucoup insisté dans mes *Nouvelles Recherches* (p. 33 à 36) sur l'homologie des fibres musculaires des Gordiens avec celles des Nématoïdes. Il n'existe, en effet, entre les unes et les autres qu'un degré d'évolution en plus ou en moins. J'ai même eu le plaisir d'observer tout récemment une phase du développement de la fibre musculaire des Gordiens qui reproduit transitoirement l'état définitif des fibres musculaires des Nématoïdes. La substance fibrillaire ne revêt encore qu'une partie de la paroi interne de la cellule embryonnaire, et l'autre partie, celle qui n'est pas encore transformée, est représentée par un prolongement vésiculaire, adhérent au parenchyme. A l'intérieur de ce prolongement vésiculaire, encore dépourvu de substance fibrillaire, se trouve le véritable noyau de la cellule embryonnaire.

IV

Appareil digestif.

J'ai fait connaître, il y a déjà longtemps, la structure et toutes les phases de l'atrophie de l'appareil digestif des Gordiens; mais il est une particularité très intéressante de cette régression qui m'avait échappé et que j'ai eu l'occasion de constater dans ces derniers temps sur des larves de *Gordius violaceus*. Ce qu'on a pris jusqu'ici pour la bouche des jeunes adultes n'est autre chose qu'une trompe invaginée. C'est le rostre de l'embryon, qui persiste chez la larve pendant toute la durée de la vie parasitique, et ne disparaît chez l'adulte que vers la fin de son existence, lorsque sa cuticule est com-

(1) Les canalicules de l'appareil aquifère doivent pénétrer aussi dans le parenchyme. On ne peut s'expliquer autrement la rapidité avec laquelle le corps des *Gordius* se dessèche à l'air et se regonfle dans l'eau.

plètement chitinisée. Grâce à l'absence du derme, le rostre de la larve parasite conserve la propriété de s'invaginer et de se dévaginer à volonté, et porte encore les trois stylets de l'embryon. Il ne saurait donc y avoir le moindre doute sur la détermination de cette partie, qui est une des plus caractéristiques de l'organisation des Gordiens.

J'ai décrit dans la paroi de l'intestin des individus adultes trois couches bien distinctes : une enveloppe conjonctive, une couche fibreuse et l'endothélium. Cette couche fibreuse, qui sépare l'enveloppe conjonctive de l'endothélium, existe réellement, bien qu'elle ait échappé à l'observation de Vejdovsky; mais elle n'est pas de nature musculaire, ainsi que je l'ai dit par erreur dans ma *Monographie*. Ce sont des *fibres élastiques*, dont le développement coïncide avec la régression du tube digestif et l'explique très bien.

Ces fibres, en effet, déterminent la contraction de l'intestin, dont le diamètre se réduit ainsi de plus en plus. Mais, comme le parenchyme qui entoure l'intestin ne peut suivre ce mouvement de retrait, il se forme entre l'intestin et le parenchyme un vide, une cavité, qui devient de plus en plus grande. Cette *cavité de régression de l'intestin* ne tarde pas à se remplir d'une matière granuleuse, provenant de la dégénérescence des éléments constituants du tube digestif. Tout cela a été vu et figuré par Vejdovsky, mais inexactement interprété par lui. Vejdovsky a pris la cavité de régression de l'intestin pour un canal excréteur (*Exkretions röhre*), et son contenu granuleux pour une matière sécrétée par le parenchyme. Il suffit, pour se convaincre de l'erreur de Vejdovsky et de l'exactitude de ma détermination, de comparer deux coupes transversales, prises dans la même région du corps chez un adulte et une larve parasite de la même espèce. On trouve chez la larve parasite un gros intestin, dont la paroi externe est adhérente au parenchyme, et dont la paroi interne circonscrit une large cavité centrale. On remarque, d'autre part, chez l'adulte, que le diamètre de la cavité de régression de l'intestin concorde exactement avec le diamètre de l'intestin primitif de la larve.

La démonstration nous semble aussi complète qu'on peut le désirer.

J'insisterai aussi sur ce fait que, chez les individus femelles, l'intestin vient bien se terminer dans le cloaque (Atrium de Vejdovsky). Des coupes transversales passant par la partie moyenne de cet organe montrent que l'intestin se rapproche de plus en plus de la paroi de l'utérus, et finit par s'y enfoncer. Les coupes subséquentes prouvent, d'autre part, que l'intestin ne dépasse pas l'utérus et ne vient pas se terminer à l'orifice ano-génital, comme le prétend Vejdovsky. Si le professeur de Prague avait poursuivi ses coupes jusqu'à l'orifice ano-génital, il aurait vu qu'on ne trouve plus à l'extrémité postérieure de l'utérus aucune trace de l'intestin. C'est donc Vejdovsky qui a ignoré, et non pas moi, comment se termine l'intestin chez les femelles.

V

Organes de la génération.

1. APPAREIL GÉNITAL FEMELLE.

On distingue dans cet appareil trois parties essentielles : les ovaires, le réceptacle séminal et le cloaque, où viennent se réunir et se compléter les produits de la génération.

Il n'existe en réalité, chez les Gordiens, qu'une seule paire d'ovaires; mais chaque ovaire se divise en deux branches tubulaires, l'une latérale (*Eierstockschlauch* de Meissner, *Eiersack* de Vejdovsky), l'autre dorsale (*Oviduct* de Grenacher, *Eibehälter* de Vejdovsky). Le canal dorsal (*Rückenkanal*), récemment découvert par Vejdovsky, représente une cinquième branche, impaire, qui reste à l'état d'ébauche. L'étude de cet organe rudimentaire est pleine d'intérêt, car elle nous montre chez l'adulte que les tubes ovariens se forment par modification et destruction des cellules du paren-

chyme. Les branches latérales se développent avant les branches dorsales et s'étendent primitivement d'une ligne médiane à l'autre. Leur cavité est depuis longtemps remplie d'ovules alors que les branches dorsales ne sont encore représentées que par deux simples lacunes du parenchyme, situées en dedans des branches latérales. Mais les branches dorsales, en se développant et en se remplissant d'ovules à leur tour, refoulent bientôt les branches latérales et occupent toute la région dorsale. Les branches latérales sont, d'autre part, chassées de la région ventrale par le développement du réceptacle séminal et se terminent vers le milieu de cet organe; de sorte qu'on ne trouve plus au delà de ce point que les branches dorsales. L'extrémité postérieure de chaque branche latérale vient s'ouvrir dans la cavité de la branche dorsale correspondante, et celle-ci se prolonge en arrière sous forme d'un canal plus étroit, qui est l'oviducte.

Les quatre tubes ovariens ont, les uns et les autres, absolument la même structure et les mêmes fonctions (1). Leurs parois sont formées par une couche de belles cellules épithéliales. Les ovules naissent par bourgeonnement de la membrane d'enveloppe et prolifération du noyau de ces cellules épithéliales. Il se forme ainsi des grappes ovigères, qui restent adhérentes par leur base à la paroi interne du tube ovarien. Ces grappes, considérées dans leur ensemble, offrent une disposition très régulière. Elles sont toutes fixées sur la paroi mitoyenne de chaque paire d'ovaires et forment deux séries longitudinales, adossées l'une à l'autre et situées sur la ligne médiane du ver. La partie basilaire des grappes ovigères est le siège de la multiplication des jeunes ovules. Au fur et à mesure qu'ils se forment, les nouveaux ovules poussent

(1) Les différences que Vejdovsky établit entre ses *Eiersäcke* et ses *Eibehälter* sont en réalité celles qui existent entre l'extrémité antérieure et l'extrémité postérieure de chaque branche ovarienne, qu'elle soit latérale ou dorsale. L'extrémité postérieure du tube ovarien se distingue de l'extrémité antérieure par l'épaisseur de ses parois, et, par ce fait, qu'au lieu de produire des ovules, elle ne sert plus que d'enveloppe aux ovules déjà parvenus à maturité complète.

devant eux ceux qui les précèdent, de sorte que c'est à l'extrémité des rameaux de la grappe ovigère que se trouvent les ovules les plus avancés en développement. Lorsqu'ils sont arrivés à maturité, les ovules se détachent de la grappe ovigère et s'accumulent dans la cavité du tube ovarien, qu'ils finissent par obstruer complètement. Avant la ponte les ovules, pressés les uns contre les autres, forment une masse compacte, que l'on dirait composée de cellules polyédriques. Grenacher, confondant le produit avec l'organe producteur, a pris ces amas d'ovules pour les ovaires. Après la ponte, on ne trouve dans la cavité du tube ovarien que la partie basilaire des grappes ovigères. Ce sont ces restes du développement des ovules que Vejdovsky considère, bien à tort, comme les véritables ovaires (1).

Le réceptacle séminal (2) est un organe morphologiquement homologue aux ovaires. Il se forme aussi aux dépens du parenchyme et se trouve logé dans une grande cavité, située dans la région ventrale. Cette cavité, en se développant, se confond en partie avec la cavité de régression de l'intestin. Les parois du réceptacle séminal sont constituées par une membrane résistante, très modifiée, dans laquelle on ne distingue plus comme éléments anatomiques que des vésicules, irrégulièrement distribuées, et une substance fondamentale granuleuse. La poche séminale se termine en arrière par une sorte de col à parois plissées, qui est entouré d'un anneau de fibres élastiques, emprunté au parenchyme. Cet anneau est un sphincter, que l'on peut comparer très exac-

(1) Les grappes ovigères des Gordiens sont homologues au rachis des Nématoïdes, et ne peuvent, pas plus dans un cas que dans l'autre, être assimilées à des ovaires. Meissner l'avait parfaitement reconnu, il y a déjà bien des années.

(2) Dans mes précédentes publications, j'ai confondu le réceptacle séminal avec le cloaque. J'avais été induit en erreur par cette phrase de Grenacher : « *Der Meissner'sche Uterus ist das Receptaculum seminis; er lässt die Oviducte am Vorderende statt am Hinterende sich damit vereinigen.* » L'utérus de Meissner représente incontestablement le cloaque de la femelle, mais nullement le réceptacle séminal de Grenacher.

tement à la ligature d'un sac ou au coulant d'une bourse. Les plis du col du réceptacle séminal, vus en coupe optique, ont été pris par Vejdovsky pour deux canaux séminaux, qui n'existent nullement. Il est d'ailleurs matériellement impossible que ces soi-disant canaux séminaux viennent se joindre aux oviductes pour déboucher dans l'utérus, ainsi que le figure Vejdovsky (fig. 64).

Le cloaque de la femelle (*Uterus* de Meissner, *Atrium* de Vejdovsky) est beaucoup plus développé que celui du mâle, et se divise, par suite de ses diverses adaptations, en deux parties bien distinctes, que je désigne sous les noms d'utérus et de vestibule (1). Chacune de ces parties est caractérisée par une structure toute spéciale, en rapport avec la fonction qui lui est attribuée.

Le rôle physiologique et la signification morphologique de l'utérus sont clairement indiqués par ses rapports avec le réceptacle séminal, les oviductes et l'intestin. Le col du réceptacle séminal vient s'ouvrir dans le fond de l'utérus par un large orifice, à parois plissées, qui se trouve situé au-dessous de l'intestin. Les oviductes, qui, par leur courbure et leur symétrie, ressemblent aux deux branches d'une lyre, se dirigent transversalement de la région dorsale vers la région ventrale et forment, en débouchant dans l'utérus, deux dilatations assez volumineuses, que je désignerai sous le nom de cornes de l'utérus. Ces renflements terminaux des oviductes ont été vus et figurés par Vejdovsky; mais ils ont été placés par lui dans la région dorsale, ce qui est tout à fait inexact. Quant à l'intestin, il débouche beaucoup plus en arrière, dans la partie dorsale de l'utérus. C'est là un fait absolument certain, quoi qu'en dise Vejdovsky, et ce fait prouve péremptoirement qu'il existe bien un véritable cloaque chez la femelle. Si l'intestin ne s'ouvre pas au fond du cloaque, comme chez le mâle, cela tient uniquement au développement spécial que prend cette

(1) Ces deux parties correspondent respectivement à l'utérus et au cloaque de Grenacher, mais personne, avant moi, n'avait reconnu qu'elles forment par leur réunion un seul et même organe, homologue au cloaque du mâle.

partie pour se mettre en rapport avec les oviductes et le réceptacle séminal. L'utérus est entouré par le parenchyme, et non par une couche musculaire, comme le croit Vejdovsky; mais le parenchyme de cette région se présente avec des caractères histologiques tout particuliers, que j'ai décrits et figurés en 1881, dans mes *Nouvelles Recherches* (pl. V, fig. 17). Une substance fondamentale, de nature cartilagineuse, se condense entre les cellules du parenchyme, qui se trouvent de la sorte emprisonnées dans des capsules rigides, dont le diamètre se rétrécit de plus en plus. Au voisinage de la paroi de l'utérus on ne trouve plus que la substance fondamentale et des noyaux très aplatis, d'apparence fibrillaire. C'est ce que Vejdovsky a décrit et figuré comme couche musculaire. Quant aux parois propres de l'utérus, elles sont représentées par deux couches bien distinctes : l'une externe et amorphe, de nature conjonctive; l'autre interne, formée de cellules épithéliales. Ces deux couches, en s'invaginant dans la cavité de l'organe, constituent des glandes volumineuses, que je désignerai simplement sous le nom de glandes de l'utérus. Ces glandes ne sont pas identiques chez toutes les espèces. Celles du *G. gratiano polensis* ressemblent à des grappes de raisin. Chez le *G. aquaticus*, le *G. violaceus* et le *G. tolosanus*, les acini sont très développés et disposés en lamelles rayonnantes. Vejdovsky pense que ces glandes ont pour fonction de sécréter la substance qui agglutine les œufs et forme les masses ovigères. Il n'en est rien. Les cordons ovigères et les enveloppes propres de l'œuf ne se forment pas dans l'utérus, mais bien dans le vestibule que je décrirai dans un instant. Il est d'ailleurs bien évident que si les cordons ovigères et les enveloppes propres de l'œuf se formaient dans l'utérus, la fécondation serait absolument impossible. Les glandes de l'utérus ont deux fonctions à remplir. La première est de sécréter le liquide qui sert à délayer le sperme et à développer l'activité des spermatozoïdes. La seconde est de fournir un abri aux spermatozoïdes et d'empêcher qu'ils ne soient entraînés par les œufs hors de l'utérus. Les œufs mûrs, en tombant dans la cavité de l'utérus, se trou-

vent en contact avec les spermatozoïdes et sont immédiatement fécondés. Aussi ne séjournent-ils pas dans cette partie du cloaque.

L'utérus n'aboutit pas directement à l'orifice ano-génital ; il en est séparé par un canal, plus ou moins long, auquel je donne le nom de vestibule (1). Cette seconde partie du cloaque est intérieurement revêtue d'une cuticule, qui a la même structure que la cuticule tégumentaire, à laquelle elle se rattache par invagination. Au-dessous de cette cuticule, plus ou moins épaisse, plus ou moins chitinisée, se trouve une couche de cellules tubulaires, pourvues chacune d'un conduit excréteur qui traverse la cuticule et vient s'ouvrir dans la cavité du vestibule par un petit pore en forme de mamelon. Ces glandes monocellulaires, auxquelles on peut donner le nom de glandes du vestibule, sécrètent le liquide qui, en se coagulant, constitue les enveloppes propres de l'œuf et sert ensuite à agglutiner les œufs pour former les cordons ovigères. Le vestibule est, comme on le voit, parfaitement distinct de l'utérus sous le double rapport de sa structure et de sa fonction ; mais il est très inégalement développé chez les diverses espèces de *Gordius*. Il est très court, très réduit, chez les espèces qui, comme le *G. violaceus* et le *G. tolosanus*, pondent leurs œufs agglutinés en grumeaux, peu volumineux ; il est très développé, au contraire, chez le *G. gratianopolensis*, qui pond ses œufs en un long cordon vermiforme. Il se divise nettement chez cette dernière espèce en deux parties : l'une très étroite, où les œufs ne peuvent cheminer qu'à la file et où ils se revêtent de leurs enveloppes propres ; l'autre très large, où se forme le cordon ovigère. Le parenchyme se présente autour du vestibule avec les caractères histologiques que nous avons décrits ci-dessus à propos de l'utérus. Ajoutons seulement que l'orifice ano-génital est pourvu d'un sphincter de fibres élastiques, qui

(1) C'est la partie que j'ai désignée dans mes précédentes publications sous le nom de cloaque proprement dit. Cette dénomination n'est pas sans inconvénient, car elle pourrait donner à entendre que l'utérus ne fait pas partie du cloaque.

régularise l'émission du cordon ovigère et prévient les déchirures qu'une distension excessive pourrait occasionner.

2. Appareil génital male.

Je ne reviendrais point sur la description très exacte et très complète que j'ai donnée de cet appareil en 1874 et 1881, si je n'avais encore à relever ici de nombreuses méprises de Vejdovsky.

Le naturaliste autrichien déclare n'avoir pu trouver chez les individus adultes aucun organe que l'on puisse considérer comme de véritables testicules ; et il suppose que les glandes mâles ne peuvent être étudiées que chez les larves parasites.

Il existe, cependant, chez les Gordiens mâles quelque chose de parfaitement homologue à ce que Vejdovsky considère comme l'ovaire des femelles. Les spermatozoïdes se développent, en effet, comme les ovules sous forme d'un rachis composé de cellules spermatogènes ; et ce rachis spermatogénique s'observe encore parfaitement chez les individus adultes à l'extrémité antérieure du tube testiculaire. Si l'on adopte la manière de voir de Vejdovsky au sujet de l'ovaire, il faut, pour être conséquent avec soi-même, considérer le cordon spermatique comme représentant le testicule ; mais ce serait là faire un second pas dans la voie de l'erreur. Les véritables testicules ne sont autres que les deux organes tubulaires auxquels Vejdovsky donne le nom de *Samensäcke*. L'homologie de ces organes avec les véritables ovaires est bien évidente, et leur structure est la même. Il existe en réalité chez les mâles une paire de testicules, qui correspond morphologiquement à la paire d'ovaires des femelles ; mais il y a lieu de remarquer que chaque testicule ne se divise pas, comme chaque ovaire, en plusieurs branches tubulaires. Il faut donc, si l'on veut établir un parallèle entre le testicule et l'ovaire, prendre ce dernier au moment où il n'est encore représenté que par sa branche latérale.

Vejdovsky croit être le premier observateur qui ait décrit et figuré les canaux déférents (*Samenleiter*). Il nous suffira, pour faire justice de cette assertion, de renvoyer le lecteur aux figures 18 de Grenacher et 23 de ma *Monographie des Dragonneaux*, où ces organes se trouvent très bien représentés.

Le cloaque du mâle, beaucoup plus simple et plus facile à reconnaître que celui de la femelle, ne pouvait être méconnu par le naturaliste de Prague ; mais on s'aperçoit facilement, en jetant les yeux sur ses figures 46 et 47, que le muscle constricteur du cloaque, depuis longtemps décrit et figuré par Grenacher et par moi, lui a complètement échappé. Par contre, Vejdovsky a décrit et figuré, sous le nom de *Muskelkomplexe*, quatre faisceaux de fibrilles rayonnantes, disposés en *x*, qui n'ont rien à voir avec un appareil musculaire. Ces soi-disant muscles rétracteurs du cloaque représentent en réalité des éléments du parenchyme, à l'état de fibres élastiques, qui ont pour fonction de consolider les orifices des canaux déférents et de prévenir les ruptures qui auraient pu se produire par suite des contractions du cloaque. De semblables éléments, jouant aussi le rôle d'un appareil fixateur, se remarquent dans le parenchyme autour de l'extrémité antérieure de l'intestin, ainsi que Vejdovsky lui-même l'a, du reste, fort bien représenté (fig. 43 et 44).

On trouve encore dans le travail que nous critiquons une autre erreur, beaucoup plus étonnante. Vejdovsky croit que, pendant l'accouplement, une partie de la membrane épithéliale qui revêt l'intérieur du cloaque fait saillie hors de cet organe et joue le rôle d'une « bourse copulatrice ». Aucun fait anatomique ne nous paraît pouvoir justifier cette supposition. La membrane épithéliale adhère par tous ses points à la paroi interne du cloaque, et celui-ci se trouve solidement fixé dans la masse du parenchyme par l'appareil dont nous avons parlé ci-dessus. Il suffit d'ailleurs d'être une seule fois témoin de l'acte de l'accouplement pour se convaincre que rien de semblable ne se produit. Au moment où l'orifice ano-génital du mâle arrive en contact avec celui de la femelle, une masse

considérable de sperme est projetée avec force hors du cloaque et recouvre complètement l'extrémité postérieure de la femelle. Le sperme est aussitôt coagulé par l'eau et constitue une sorte de ciment très adhérent, qui contribue à maintenir en position les extrémités postérieures du mâle et de la femelle. Lorsque les deux individus se séparent, cette masse de sperme coagulé reste le plus souvent fixée sur l'orifice ano-génital de la femelle, et ne se détache que peu de temps avant le commencement de la ponte; mais il peut arriver aussi qu'elle soit entraînée par le mâle. Tel me paraît être le cas du *G. tolosanus* ♂ décrit et figuré par Vejdovsky (fig. 8). Ce que notre auteur a pris pour une « bourse copulatrice » n'est autre chose qu'une masse de sperme coagulé, dont la surface concave s'est moulée sur le corps de la femelle. Quant à l'organe en forme de stylet (fig. 46, *p*), que Vejdovsky assimile à un pénis, il est assez difficile de dire au juste ce qu'il faut y voir. Vejdovsky nous apprend que ce soi-disant pénis est de nature cuticulaire. Je suppose, d'après cela, que c'est un lambeau de la cuticule interne du cloaque, que le rasoir n'a pu enlever, en raison de l'obliquité de la coupe, et qui sera resté adhérent au fond du cloaque par l'une de ses extrémités.

VI

Parenchyme.

Ainsi que je l'ai montré en 1874, dans ma *Monographie des Dragonneaux*, il existe chez l'embryon des Gordiens une véritable cavité du corps (*Blastocœle*). Mais les cellules mésodermiques, en se multipliant chez la larve, ne tardent pas à former une masse compacte (*Zellkörper*), qui occupe tout l'espace compris entre l'ectoderme et l'endoderme. Une partie de ce corps cellulaire est employée à la formation du système musculaire ; une autre partie est absorbée par le développement des ovaires, des testicules et du réceptacle séminal. Le

reste, à l'état de cellules embryonnaires ou d'éléments plus ou moins modifiés (cellules cartilagineuses, fibres conjonctives ou élastiques), constitue le parenchyme de l'adulte et sert d'enveloppe non seulement aux organes génitaux, mais encore à l'intestin et au cordon ventral.

C'est seulement au voisinage de ces divers organes que les cellules embryonnaires qui constituent normalement le parenchyme, passent à l'état de cellules cartilagineuses, de fibres conjonctives ou élastiques; et l'épaisseur de la partie ainsi modifiée est toujours en raison directe du volume des organes enveloppés. Aussi existe-t-il à cet égard une différence assez marquée entre le mâle et la femelle. Le parenchyme du mâle est presque entièrement constitué par des cellules embryonnaires. Chez la femelle, au contraire, il ne se présente ordinairement sous cette forme que dans la partie qui avoisine l'appareil musculaire.

Le parenchyme est aussi très inégalement développé dans les diverses régions du corps. On peut dire, d'une manière générale, que la place qu'il occupe est toujours en raison inverse du volume des organes qu'il enveloppe. Il représente à lui seul toute la partie interne des deux lobes de la queue des mâles, où il n'existe d'autre organe que le cordon ventral. Par contre, il fait complètement défaut dans la partie moyenne du corps des femelles, par suite du développement des ovaires. On ne trouve plus au-dessous du cylindre musculaire, chez les femelles qui viennent de pondre, que de larges vides circonscrits par les parois des tubes ovariens.

Des coupes transversales, exécutées dans ces conditions par Vejdovsky (fig. 49, 56 et 57), lui ont suggéré des vues théoriques, dont nous avons à dire un mot.

Le professeur de Prague considère la partie des tubes ovariens qui avoisine le cylindre musculaire comme l'homologue de la membrane péritonéale qui revêt intérieurement la cavité du corps des Annélides. Les parois mitoyennes des ovaires deviennent pour lui des mésentères; et réunissant par la pensée les cavités circonscrites par ces soi-disant mésentères,

il ne voit plus qu'une seule cavité, qu'il prend pour une véritable cavité du corps (*Cœlom*, *Leibeshöhle*).

Appliquant ensuite les mêmes idées à l'interprétation des diverses formes du parenchyme, Vejdovsky arrive à des résultats non moins étonnants. La couche périphérique, celle qui avoisine le cylindre musculaire et reste, ainsi que nous l'avons déjà dit, toujours à l'état embryonnaire, est considérée par lui comme de nature épithéliale et assimilée à la membrane péritonéale des Annélides. Il réserve le nom de parenchyme (*Zellgewebe, perienterische Zellgewebe*, *perienterische Bindesubstanz*) aux couches internes, plus ou moins modifiées. Celles-ci, d'après Vejdovsky, proviendraient de la couche épithéliale (*Epithelschicht*) par prolifération de ses éléments. Notre auteur va même jusqu'à identifier la substance intercellulaire du parenchyme des Gordiens (substance fondamentale de nature cartilagineuse) avec le liquide de la cavité du corps des Annélides, et prend les cellules ainsi isolées pour des cellules lymphatiques!

Cette nouvelle théorie de la formation du parenchyme est complètement en désaccord avec les données fournies par l'étude des diverses phases du développement. Les deux parties du parenchyme que Vejdovsky distingue sous les noms de *Epithelschicht* et de *Zellgewebe* passent l'une à l'autre par des modifications graduelles et forment un tout indivisible. On ne peut donc les opposer l'une à l'autre, ni faire dériver la seconde de la première. Toutes deux se forment en même temps, aux dépens des mêmes éléments, et constituent primitivement un tissu parfaitement homogène, de nature embryonnaire. D'autre part, il nous est impossible de retrouver chez les individus adultes la moindre trace de la cavité du corps observée chez l'embryon. Les cavités des testicules, des ovaires et du réceptacle séminal sont des cavités secondaires, creusées dans une masse compacte de cellules mésodermiques, et n'ont rien à voir avec la véritable cavité du corps, qui n'existe déjà plus chez la larve. Quant à la cavité de régression de l'intestin, elle ne repré-

sente autre chose qu'un vide produit par le retrait de cet organe.

CONCLUSIONS

Les Vers qui ont le plus d'affinités avec les Gordiens sont les Nématoïdes et les Acanthocéphales; mais il y a autant de raisons pour séparer les Gordiens des Nématoïdes que pour séparer les Nématoïdes des Acanthocéphales.

Les Gordiens sont essentiellement caractérisés par leur rostre embryonnaire et la structure de leurs organes génitaux, aussi bien que par la supériorité relative de leurs téguments, de leur parenchyme, de leur appareil musculaire et de leur système nerveux.

Grenoble, le 5 mars 1887.

OBSERVATIONS

SUR

QUELQUES ESPÈCES D'OISEAUX

RÉCEMMENT DÉCOUVERTES DANS L'ILE DE LA GRANDE-COMORE

PAR

MM. Alph. MILNE EDWARDS et E. OUSTALET.

En 1885, un voyageur français, déjà connu par ses explorations dans l'île de Madagascar, M. Humblot, a rapporté de la Grande-Comore une collection très importante dans laquelle le Muséum d'histoire naturelle a pu faire choix d'une nombreuse série d'Oiseaux qui ont été comparés à ceux des terres voisines. Les résultats de cette étude ont été résumés immédiatement dans une note présentée à l'Académie des sciences (1), et ils seront exposés d'une manière plus complète dans un mémoire, qui est actuellement sous presse, et qui paraîtra dans les *Nouvelles Archives du Muséum*. Diverses circonstances ont quelque peu retardé la publication de ce mémoire, qui est accompagné de planches coloriées sur lesquelles sont représentés les types les plus remarquables de la faune ornithologique de la Grande-Comore, et nous sommes presque tentés de nous féliciter de ce retard qui nous a permis de faire entrer dans notre travail de nouveaux éléments, puisés dans une autre collection, plus considérable encore que la première, rapportée par M. Humblot d'un second voyage dans la même région. Ces documents complémentaires n'ont, d'ailleurs, point modifié notre opinion sur la valeur des

(1) *Compt. Rend. Ac. Sc.*, 1885, t. CI, p. 218.

espèces nouvelles que nous avons reconnues dans la série d'Oiseaux réunie par M. Humblot et dont nous donnons ci-après une description plus complète que celle qui avait pu trouver place dans la note présentée à l'Académie des sciences.

1. **Coracopsis sibilans** A. Milne Edw. et E. Oust.

? *Coracopsis Barklyi* E. Newton, *Proced. Zool. Soc. Lond.*, 1877, p. 296, nº 5 (nec *Proced. Zool. Soc.*, 1867, p. 346, pl. 22).

? *C. Barklyi* E. Newton, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1879, p. 675, nº 6.

Coracopsis sibilans Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 220.

Coracopsis C. Barklyi similis, sed alis amplioribus, genis fuscis, alis et caudâ obscurioribus distincta.

Long. tot. 0m,330; *alæ* 0m,195 *vel* 0m,205; *caudæ* 0m,165; *rostri* (*culm.*) *a fronte* 0m,025; *digiti medii, sine ungue,* 0m,022.

Cette espèce, à laquelle il faut probablement attribuer aussi les Perroquets d'Anjouan et de la Grande-Comore mentionnés par M. E. Newton et par M. G. E. Shelley sous le nom de *Coracopsis Barklyi*, représente, en effet, dans l'archipel des Comores, le Vasa des Seychelles. Elle s'en distingue par ses ailes généralement plus longues et par son plumage de teintes plus ternes et plus uniformes. Chez le *Coracopsis sibilans* les joues, en effet, ne sont pas grises comme chez le *Coracopsis Barklyi* et les grandes pennes alaires et caudales ne présentent pas ces reflets d'un bleu verdâtre clair que l'on observe dans l'espèce des Seychelles (1). En outre, suivant M. Humblot, le *Coracopsis sibilans* ne crierait pas seulement

(1) Ces différences de coloration avaient déjà été constatées par M. Shelley sur deux spécimens des îles Comores que ce naturaliste avait cru devoir rapporter au *Coracopsis Barklyi*.

à la manière des autres Perroquets, mais ferait entendre aussi des sifflements harmonieux. Une observation analogue ayant été faite sur le *Coracopsis nigra* de Madagascar (1), il serait intéressant de savoir si la même particularité se retrouve chez le *Coracopsis Barklyi* des Seychelles. Les trois espèces, *Coracopsis nigra*, *C. Barklyi* et *C. sibilans* sont en effet très voisines l'une de l'autre, quoique distinctes.

M. Ed. Newton ayant trouvé, dans une collection formée à Anjouan par M. Bewsher, un petit *Coracopsis* aux ailes incomplètes, avait, il est vrai, considéré ce Perroquet comme un *Coracopsis Barklyi* et avait émis l'hypothèse que c'était simplement un oiseau qui avait été importé des Seychelles par quelque créole et qui s'était échappé de sa cage (2) ; mais cette opinion avait été contestée par M. G. E. Shelley, après examen de deux nouveaux spécimens obtenus par le Dr Kirk à Anjouan et à la Grande-Comore (3). Enfin aujourd'hui les doutes nous semblent complètement levés, puisque M. Humblot a rapporté quatre autres petits *Coracopsis* de la Grande-Comore, ce qui porte à sept le nombre des spécimens actuellement connus de l'espèce que nous appelons *Coracopsis sibilans*.

Les recherches que l'un de nous a entreprises, en collaboration avec M. Alfred Grandidier, sur la faune ornithologique de Madagascar ont démontré (4) que les *Coracopsis* se distinguent des Perroquets proprement dits, des *Pionias*, des Amazones, des Psittacules, des *Eclectus*, des Tanygnathes, etc., par des particularités ornithologiques importantes qui justifient leur séparation générique. En d'autres termes, le genre *Coracopsis* offre certaines affinités avec des genres africains, américains et asiatiques, mais il possède une valeur propre, en même temps qu'une distribution géographique bien délimitée. Il ne se trouve, en effet, à l'heure actuelle, qu'à Mada-

(1) Finsch, *Papageien*, t. II, p. 301.
(2) *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1877, p. 297.
(3) *Ibid*, 1879, p. 675.
(4) *Hist. de Madag.*, *Oiseaux*, t. I, p. 10.

gascar, à la Réunion, aux Seychelles, aux Comores, et l'on n'a découvert aucun indice permettant de supposer qu'il ait eu jadis une plus large extension. En laissant de côté le Perroquet mascarin, espèce éteinte qui ne pouvait décidément pas se rapporter au genre *Coracopsis*, on compte maintenant dans ce dernier groupe cinq espèces, ou plutôt cinq races locales qui se répartissent de la manière suivante : le *C. obscura* habite à la fois Madagascar et l'île de la Réunion, le *C. nigra* est spécial à Madagascar, le *C. Comorensis* et le *C. sibilans* se rencontrent tous deux dans les îles Comores et le *C. Barklyi* vit seul aux Seychelles. La présence d'une race unique dans ce dernier archipel mérite d'être notée, puisque l'archipel des Comores, dont l'importance est, il est vrai, plus considérable, possède deux races, comme l'île de Madagascar. Cependant l'exploration des îles Seychelles a été faite, il y a quelques années, d'une manière si complète, par M. Lantz, qu'il n'y a aucune probabilité de l'existence dans ce groupe d'îles, d'une seconde forme qui soit, par rapport au *Coracopsis Barklyi*, ce qu'est le *C. comorensis* par rapport au *C. sibilans* et le *C. obscura* par rapport au *C. nigra*. En revanche, peut-être découvrira-t-on quelque jour un *Coracopsis* dans les îles Amirantes.

2. **Circus Maillardi** var. **macrosceles** A. Newt.

Circus macrosceles A. Newton, *Proced. Zool. Soc. Lond.*, 1863, p. 180.

Circus Maillardi Sclater, *On the Birds of the Comoro Islands*, in *Ibis*, 1864, p. 298.

Circus macroscelis Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.*, t. I, *Accipitres* (1874), p. 73.

Circus Maillardi (part.) Sharpe, *ibid.*, p. 59.

Circus macroscelis Sharpe, *Contr. Orn. Madag.*, in *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1875, p. 71.

Circus macroscelis Gurney, *Notes on M. Sharpe's Catal. of Accip.*, in *Ibis* (1875), p. 230.

Circus macroscelis et *C. Maillardi* Sharpe, *On Bird of prey*, in *Ibis* (1875), p. 253.

Circus macroscelis Gurney, *Ibis* (1876), p. 129.

Circus macroscelus Gurney, *Ibis* (1876), p. 278.

Circus macroscelus et *C. Maillardi* (part.) Hartlaub., *Vög. Madag.* (1877), p. 38 et 39.

Circus macroscelis G. E. Shelley, *Proc. Zool. Soc. Lond.* (1879), p. 674, n° 1.

Circus Maillardi var. *macrosceles* Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *Hist. Madag., Oiseaux*, t. I, 1885, p. 90 et pl. XXVII à XXIX incl.

Circus Humbloti Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, n° 3, p. 220 (nec *C. Humbloti* Alph. Milne Edwards et Grandidier, *op. cit.*, p. 747, note et pl. XXIX, XXIX^A et XXIX^B).

Quoique cette race de *Circus Maillardi* soit actuellement bien connue, nous croyons nécessaire d'en dire ici quelques mots, parce que, dans la note présentée à l'Académie des sciences, une erreur d'impression a pu faire supposer que nous considérions les Busards rapportés par M. Humblot comme appartenant à une espèce nouvelle pour laquelle nous employions le nom déjà usité de *Circus Humbloti*. En réalité nous avions seulement attribué au *Circus Humbloti*, dont nous ne pouvions ignorer l'existence, trois spécimens qui se rapportent au *Circus Maillardi* var. *macrosceles*, de même que cinq spécimens provenant de la seconde collection.

Parmi ces Busards de la Grande-Comore, il y a des individus adultes et jeunes. Les adultes ressemblent extrêmement par le plumage aux adultes du *Circus Maillardi typicus* de la Réunion, mais s'en distinguent par leur taille plus forte, leurs ailes beaucoup plus longues, leur bec plus mince, leurs tarses plus longs et plus grêles et leurs doigts plus courts, en un mot par des différences de dimensions qui portent sur certaines parties du corps, qui altèrent les proportions et qui, par conséquent, ne sauraient être attribuées à l'âge ou au sexe. En

outre, chez les Busards adultes de la Grande-Comore, le sommet de la tête est d'un ton plus foncé et plus uniforme que chez les Busards également adultes de l'île de la Réunion qui figurent dans la collection du Muséum ; la teinte noire du vertex s'avance, en effet, jusqu'à la base du bec, et les côtés de la tête sont en revanche un peu plus clairs, la partie antérieure des joues tirant au blanc grisâtre, tandis que chez le *Circus Maillardi* une teinte noire descend des oreilles sous les yeux et jusque vers le menton. Les ailes offrent le même système de coloration dans les deux espèces; mais chez les oiseaux de la Grande-Comore les pennes secondaires sont marquées d'une bande noire un peu moins large; enfin la queue est d'un gris cendré encore plus clair et plus uniforme, les vestiges de barres transversales brunes ayant presque entièrement disparu, même sur les rectrices latérales.

Le jeune Busard qui a été rapporté par M. Humblot et qui appartient évidemment à la même espèce que les adultes, présente aussi quelques différences avec les individus d'âge correspondant, provenant de l'île de la Réunion : son manteau est, en effet, d'un brun moins foncé, plus fortement lavé de roux, son front et ses joues sont d'un blanc strié de brun roussâtre; les parties inférieures de son corps portent des flammèches plus étroites, et sa queue est marquée transversalement de sept barres foncées, dont la dernière disparaît sous les couvertures supérieures.

Le même nombre de barres transversales existe chez la plupart des jeunes *Circus Maillardi* de la variété *macrosceles* (1), tandis que chez les jeunes *Circus Maillardi typicus* on ne compte que six bandes brunes (2).

Enfin les dimensions du jeune *Circus* de la Grande-Comore ne concordent pas mieux que celles des adultes avec les dimensions des jeunes *Circus Maillardi* de l'île de la Réunion;

(1) Un spécimen de cette variété, donné par M. Grandidier au Muséum et provenant de Madagascar, n'a cependant que six bandes transversales sur les rectrices.

(2) *Hist. de Madag.*, *Oiseaux*, t. I, p. 93.

les ailes, en particulier, sont beaucoup plus développées que chez ces derniers Oiseaux, sans atteindre cependant l'extrémité de la queue lorsqu'elles sont ployées, comme chez le *Circus Humbloti* de Madagascar (1).

Le *Circus Humbloti*, dont on ne connaît encore qu'un spécimen portant la livrée du jeune âge, est d'ailleurs remarquable par la gracilité de son bec et par les teintes foncées de son plumage (2).

Au contraire, si nous nous reportons aux descriptions du *Circus macrosceles* de Madagascar, et si nous comparons aux individus de cette espèce qui figurent dans les collections des Busards adultes et jeunes de la Grande-Comore, nous ne trouvons plus que des différences très légères. Les dimensions des ailes, du bec et des tarses sont presque les mêmes, et le plumage, aux différentes phases, est à peu près identique. M. Gurney et M. Shelley étaient déjà arrivés aux mêmes conclusions en comparant au *Circus macrosceles* des Busards capturés dans l'île d'Anjouan et à la Grande-Comore (3).

3. **Leptosomus discolor** var. **gracilis** Alph. Milne Edw. et E. Oust.

Leptosomus discolor, Ph. 4. Sclater, *Ibis*, 1844, p. 299, nº 11.

Leptosoma discolor G. E. Shelley, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1879, p. 675, nº 8 (nec Herm.).

Leptosomus gracilis Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Ac. Sc.*, 1885, t. CI, p. 220.

Leptosomus L. discolori affinis, sed statura debiliore, rostro graciliore et caudâ fœminæ rufâ distinguendus.

Long. tot. $0^m,361$ vel $0^m,395$; *alæ* $0^m,220$ vel $0^m,235$;

(1) Alph. Milne Edwards et Alf Grandidier, *Hist. de Madag.*, *Oiseaux*, t. I, p. 747, note et pl. XXIX[C].

(2) Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *op. cit.*, pl. XXIX[A].

(3) Gurney, *op. cit.* — Shelley, *Proc. Zool. Soc.*, 1879, p. 674. Ce dernier auteur considère, à tort suivant nous, le *Circus macrosceles* comme la femelle du *C. Maillardi*.

caudæ 0m,200 vel 0m,205; *rostri* (*culm.*) 0m,023; *tarsi* 0m,025; *digiti medii* (*sine ungue*) 0m,029.

M. Humblot a obtenu à la Grande-Comore de nombreux Leptosomes, mâles et femelles, qui *tous* diffèrent des Leptosomes de Madagascar par leur taille plus faible, leurs formes plus sveltes, leur bec plus grêle. De semblables différences ayant déjà été constatées par M. G. E. Shelley, nous pensons qu'elles méritent d'être prises en considération, d'autant plus qu'elles sont accompagnées de certaines particularités de coloration. Les plumes caudales, en effet, qui sont, chez les femelles adultes du *Leptosomus discolor*, d'un brun pourpré ou olivâtre à peine nuancé de roux (1), sont chez les femelles du Leptosome de la Grande-Comore d'un roux-cannelle uniforme, avec ou sans taches brunâtres à l'extrémité; enfin chez ces derniers Oiseaux le sommet de la tête est d'un brun moins foncé, le front et la nuque offrent des teintes plus claires, et les ailes sont plus fortement nuancées de roux. Aussi, tout en admettant, avec M. Shelley, que les Leptosomes de la Grande-Comore (et sans doute aussi ceux d'Anjouan) appartiennent à la même espèce que ceux de Madagascar, nous croyons devoir les distinguer, comme race, du *Leptosomus discolor* sous le nom de *L. discolor* var. *gracilis*.

4. **Cinnyris Humbloti** A. Milne Edw. et E. Oust.

Cinnyris Humbloti Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 219.

Cinnyris C. comorensi dissimilis tergo maris olivaceo-flavo et abdomine rubro.

Long. tot. 0m,110; *alæ* 0m,055; *caudæ* 0m,040; *rostri* (*culm.*) 0m,019; *tarsi* 0m,015.

Chez le *Cinnyris comorensis* (2) de l'île d'Anjouan, les mâles

(1) Voyez Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *Hist. de Madag.*, *Oiseaux*, t. I, p. 226 et pl. LXXXIV.

(2) *Cinnyris comorensis* Peters, *Journ. f. Ornith.* (1864), p. 161. — Shelley,

adultes ont la tête, le cou, le dos, la partie antérieure des ailes d'un beau vert métallique, les grandes pennes alaires et leurs couvertures, l'abdomen et la queue d'un noir-fumée; la poitrine ornée d'une écharpe d'un rouge marron et de deux touffes latérales d'un jaune orangé. Au contraire, dans la nouvelle espèce que nous décrivons et dont M. Humblot a obtenu plus de vingt individus, les mâles ont le front, le sommet et les côtés de la tête, le menton, la gorge et la partie supérieure de la poitrine d'une couleur bronze florentin, c'est-à-dire d'un vert métallique, à reflets pourprés, le dos d'un vert-olive, glacé de fauve, le milieu de la poitrine et de l'abdomen d'un ton d'ocre rouge très vif, rehaussé de chaque côté par une touffe d'un beau jaune orangé, la partie postérieure de l'abdomen et les lisérés des pennes secondaires d'un vert-olive, les rémiges brunes, les rectrices d'un noir bleu, avec une bordure grise à l'extrémité.

Les femelles, en revanche, portent à peu près la même livrée dans les deux espèces, les parties supérieures étant d'un vert olivâtre, les ailes brunes, le ventre d'un vert-olive et la gorge d'un gris verdâtre avec des marques d'un brun foncé au centre des plumes, qui ont un aspect écailleux; cependant les pennes caudales paraissent être d'une teinte moins sombre chez les femelles du *Cinnyris comorensis* que chez celles du *C. Humbloti*, où les rectrices sont d'un noir bleu, avec liséré gris à l'extrémité, absolument comme chez les mâles de la même espèce.

Chez le *Cinnyris Humbloti* comme chez le *C. comorensis*, le bec et les pattes sont d'un noir profond.

Il est très intéressant de constater que chacune des grandes îles de l'archipel des Comores possède une espèce de Soui-Mangas absolument distincte, Mayotte ayant le *Cinnyris Co-*

Monog. Sun-Birds, p. 221, pl. LXVIII, et *Proc. Zool. Soc.*, 1879, p. 676, n° 13. — Gadow, *Cat. Nect.*, in *Cat. B. Brit. Mus.*, t. IX, p. 48. — *Nectarinia comorensis Sclater, Ibis*, 1864, p. 297 et 299. — Hartlaub, *Vög. Madag.*, p. 93. — E. Newton, *Proc. Zool. Soc.*, 1877, p. 297 et 302.

quereli (1), Anjouan, le *C. comorensis* et Angazija, le *Cinnyris Humbloti*.

5. **Zosterops mouroniensis** Alph. Milne Edw. et E. Oust.

Zosterops mouroniensis Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 121.

Zosterops Z. anjuanensi et mayottensi abdomine virescente-flavo, nec albo, dissimilis.

Long. tot. 0m,118; *alæ* 0m,066; *caudæ* 0m,057; *rostri* (*culm.*) 0m,012; *tarsi* 0m,019.

Quatre Zosterops, tués par M. Humblot dans l'île d'Angazija, diffèrent nettement des Zosterops ordinaires de Madagascar (*Zosterops madagascariensis*) et des Zosterops d'Anjouan (*Z. anjouanensis*) par la coloration d'un jaune verdâtre uniforme de toutes les parties inférieures de leur corps. Chez les *Zosterops madagascariensis* (2), en effet, le ventre et la poitrine sont d'un gris très pâle, contrastant avec la teinte jaune-citron de la gorge, et chez le *Zosterops anjuanensis* (3), l'abdomen est d'un blanc sale, la poitrine grise et la gorge jaune. En outre, dans ces deux espèces, la queue est toujours d'une teinte moins foncée, plus brune ou plus verdâtre que chez le *Zosterops mouroniensis*, où les pennes caudales tirent

(1) *Nectarinia Coquerelii* J. Verreaux, *Journ. f. Ornith.* (1860), p. 90. — Hartlaub, *Vög. Madag.*, p. 92. — *Nectarinia Coquereli* Schlegel, *Proc. Zool. Soc.*, 1866, p. 421. — Schlegel et Pollen, *Faun. Madag.*, *Ois.* (1868), p. 71 et pl. XVIII, fig. 1. — E. Newton, *Proc. Zool. Soc.*, 1877, p. 302. — *Cinnyris Coquereli* Shelley, *Monog. Sun-Birds*, p. 243, pl. LXXV.

(2) *Zosterops madagascariensis* (Gray *ex* Gmelin). — Voyez Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *Hist. de Madag.*, *Oiseaux*, t. I, p. 291 et pl. CXIII et CXIV, et H. Gadow, *Cat. B. Brit. Mus.* (1884), t. IX, p. 170.

(3) *Zosterops anjuanensis* E. Newton, *On the Birds of Anjouan*, in *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1877, p. 297, n° 9 et pl. XXXIII, fig. 1. — G. E. Shelley, *On the Birds from the Comoro Islands*, in *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1879, p. 676, n° 14. — D'après M. Shelley, cette espèce ne se trouverait pas seulement à Anjouan, mais à la Grande-Comore, d'où le Dr Kirk en aurait envoyé un spécimen.

fortement au noir. Enfin la taille des Zosterops de Madagascar et d'Anjouan reste toujours inférieure à celle des Zosterops de la Grande-Comore.

Le nom spécifique par lequel nous désignons ces derniers oiseaux est tiré de celui de la ville de Mouroni, résidence du principal chef de la Grande-Comore.

6. **Zosterops Kirki** Shell.

Zosterops Kirki G. E. Shelley, *op. cit.*, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1879, p. 676, n° 15.

Z. Angazizæ Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 221.

Parmi les Zosterops rapportés de la Grande-Comore par M. Humblot, il y en a un qui est de taille beaucoup plus faible que les autres, et que nous avions d'abord considéré comme le type d'une espèce nouvelle, mais qui appartient décidément à l'espèce décrite par M. G. E. Shelley sous le nom de *Zosterops Kirki*.

Par son système de coloration, le *Zosterops Kirki* ressemble beaucoup au *Zosterops mayottensis*, mais il s'en distingue par la teinte jaune à peu près uniforme de ses parties inférieures, les flancs étant d'une nuance jaune à peine moins vive que la gorge et ne présentant pas la nuance rougeâtre qui est si apparente chez le Zosterops de Mayotte. En revanche nous ne trouvons pas qu'il y ait entre les deux Oiseaux d'aussi grandes différences de taille que le dit M. Shelley. En effet, nous relevons les dimensions suivantes sur deux Zosterops tués l'un à Mayotte et l'autre à la Grande-Comore, par M. Humblot :

	Longueur totale.	Longueur de l'aile.	Longueur de la queue.	Longueur du bec.	Longueur du tarse.
Zosterops mayottensis...	0m,102	0m,054	0m,040	0m,009	0m,011
Zosterops Kirki........	0m,100	0m,050	0m,042	0m,008	0m,010

Le *Zosterops mayottensis*, avec lequel le *Z. Kirki* offre d'in-

contestables affinités, se rapproche beaucoup à son tour du *Zosterops semiflava* des îles Seychelles.

7. **Turdus comorensis** Alph. Milne Edw. et E. Oust.

Turdus comorensis Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 221.

Turdus T. olivaceo, tephronoto, Bewsheri affinis, sed rostro et pedibus fulvis, pectore et lateribus brunneis, vix squamatis, distinguendus.

Long. tot. $0^m,215$; *alæ* $0^m,110$; *caudæ* $0^m,083$; *rostri* (*culm.*) $0^m,011$; *tarsi* $0^m,033$.

Cette espèce dont M. Humblot a obtenu une vingtaine d'exemplaires, tous adultes et exactement semblables, appartient au groupe du *Turdus olivaceus* (1), mais se distingue de cette espèce de l'Afrique australe par sa taille plus faible, par son bec et ses pattes de couleur plus foncée, et par son front qui offre la même teinte brune que le sommet de la tête, au lieu de tirer au roussâtre comme chez le *Turdus olivaceus*. D'autre part, le *Turdus comorensis*, ayant toutes les parties supérieures du corps d'un brun olivâtre très foncé et parfaitement uniforme, ne peut être confondu avec le *T. tephronotus* (2) de la côte de Zanzibar. Il diffère également des *T. libonyanus* (3), *T. pelios* (4) et *T. Cabanisi* (5) de Cafrerie, d'Abyssinie et du Gabon par les nuances beaucoup plus sombres de son manteau et par la courbure de ses mandi-

(1) *Turdus olivaceus* Linné, *Syst. Nat.*, édit. XII (1766), t. I, p. 292. — H. Seebohm, *Cat. B. Brit. Mus.* (1881), t. V, p. 227.

(2) *Turdus tephronotus* Cabanis, *Journ. f. Ornith.*, 1878, p. 218, pl. III, fig. 2. — H. Seebohm, *Cat. B. Brit. Mus.* (1881), t. V, p. 226.

(3) *Turdus libonyanus* Smith, *Ill. Zool. S. Afric.*, *Birds* (1839), pl. XXXVIII. — H. Seebohm, *Cat. B. Brit. Mus.* (1881), t. V, p. 229.

(4) *Turdus pelios* Ch. Bonaparte, *Consp. av.* (1850), t. I, p. 273. — H. Seebohm, *Cat. B. Brit. Mus.* (1881), t. V, p. 230.

(5) *Turdus Cabanisi* Ch. Bonaparte, *in* Cabanis, *Mus. Hein.* (1850), t. I, p. 3. — H. Seebohm, *Cat. B. Brit. Mus.* (1881), t. V, p. 228.

bules; enfin il n'a pas, comme le *Turdus Bewsheri* (1) d'Anjouan les flancs ornés de marques en croissant. En outre, dans cette dernière espèce, la seconde rémige dépasse légèrement les autres, la seconde est à peu près égale à la huitième, tandis que chez le *Turdus comorensis*, comme chez le *T. Cabanisi*, la quatrième et la cinquième rémige sont à peu près égales et la deuxième est intermédiaire, sous le rapport de la longueur, entre la septième et la huitième penne. Somme toute, c'est encore avec le *Turdus Cabanisi* que le *T. comorensis* présente le plus d'affinités.

On n'a pas rencontré de véritables Merles à Madagascar, et l'on n'en a pas signalé jusqu'à ce jour dans les îles Seychelles; la présence de deux espèces distinctes vivant l'une à Anjouan, l'autre à la Grande-Comore, constitue donc un fait particulièrement intéressant, et établit un nouveau point de contact entre la faune des Comores et celle du continent africain.

8. **Buchanga atra** var. **fuscipennis** Alph. Milne Edw. et E. Oust.

Buchanga atra var. Alph. Milne Edw. et E. Oust., *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 221.

Buchanga B. atræ var. assimili caudâ et alis fuscis distinguenda.

Long. tot. 0m,275; *alæ* 0m,145; *caudæ* 0m,140; *rostri* (*culm.*) 0m,22; *tarsi* 0m,024.

Sept Drongos qui ont été capturés par M. Humblot à la Grande-Comore et qui paraissent complètement adultes, diffèrent des Drongos noirs de l'Afrique (2) par la coloration brune de leurs grandes pennes alaires et caudales contrastant

(1) *Turdus Bewsheri* E. Newton, *op. cit.*, in *Proc. Zool. Soc. Lond.* (1877), p. 299, nº 14 et pl. XXXIV. — Shelley, *op. cit.*, in *Proc. Zool. Soc. Lond.* (1879), p. 677, nº 20. — H. Seebohm, *Cat. B. Brit. Mus.* (1881), t. V, p. 188.

(2) *Buchanga atra* var. *assimilis* R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.* (1877), t. III, p. 247 (*ex* Bechst.).

nettement avec la teinte noire, glacée de bleu, de la tête et du corps. Au contraire, chez les Drongos africains, la queue et les ailes offrent, chez l'adulte, des teintes aussi foncées et des reflets aussi brillants que les autres parties de l'Oiseau, et c'est seulement chez le jeune qu'on observe des plumes brunes mélangées irrégulièrement à des plumes noires, bleuâtres ou bronzées. Évidemment, la différence que nous signalons est peu importante et semble résulter seulement d'une action du climat qui, en empêchant le développement complet de la livrée de l'Oiseau, a conservé à certaines parties du plumage les caractères du jeune âge; mais elle méritait d'être signalée puisqu'elle paraît constante chez les Drongos de la Grande-Comore. Ceux-ci ont d'ailleurs la queue moins fourchue et le bec un peu plus petit que certains Drongos qui ont été tués précédemment à Mayotte par M. Humblot et qui, eux, portent la livrée ordinaire du *Buchanga atra* var. *assimilis* (1). Du reste, lors même que, par la suite, on arriverait à réunir notre variété *fuscipennis* à la variété *assimilis* du continent africain, la présence de ces Drongos à la Grande-Comore devrait encore être soigneusement notée, puisque les Dicruridés de Madagascar et même ceux d'Anjouan se rapportent à un tout autre type, qui est maintenant désigné, dans les ouvrages d'ornithologie, sous les noms de *Dicrurus* ou d'*Edolius forficatus* (2).

(1) Ces Drongos de Mayotte ne paraissent pas appartenir à l'espèce décrite et figurée par MM. Schlegel et Pollen sous le nom de *Dicrurus Waldeni* (*N. Tidj. Dierk.*, 1865, p. 86; *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1866, p. 423; *Faun. Madag.*, p. 80, pl. XXIII; Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.*, t. III, p. 253), car ils sont de taille beaucoup plus forte et rappellent complètement ces Drongos de l'Inde que l'on désigne communément sous le nom de *Dicrurus macrocercus* et que M. Sharpe assimile au *Buchanga atra* (Herm.).

(2) *Lanius forficatus* Linné, *Syst. nat.*, éd. XII (1766), t. I, p. 134. — Le Drongo, Buffon, *Hist. nat.*, *Oiseaux*, in-4° (1778), t. IV, p. 586. — Levaillant, *Oiseaux d'Afrique* (1805), t. IV, p. 56, pl. CLXVI. — *Edolius forficatus* G. Cuvier, *Règ. anim.*, 1re éd. (1817), t. I, p. 350. — *Dicrurus forficatus* Stephens, *Shaw's Gen. Zool.* (1826), t. XIII, part. II, p. 138. — *Edolius forficatus* R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.* (1877), t. III, p. 254. — Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *Hist. de Madag.*, *Oiseaux*, t. I, p. 399 et pl. CLXII, CLIII et CXVA, fig. 4.

9. **Graucalus (Ceblepyris) cucullatus** Alph. Milne Edw. et E. Oust.

Graucalus cucullatus Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 221.

Graucalus G. cinereo affinis, sed statura minore, pectore et abdomine albis valdè distinctus.

Long. tot. 0m,212; *alæ* 0m,107; *caudæ* 0m,092; *rostri* (*culm.*) 0m,015; *tarsi* 0m,035; *digiti medii* (*sine ungue*) 0m,016.

Plusieurs Choucaris, complètement adultes, tués par M. Humblot, diffèrent nettement des Choucaris de Madagascar (1) par la couleur des parties inférieures de leur corps. En effet, chez le *Graucalus cinereus* en plumage de noces, la poitrine, l'abdomen et les sous-caudales sont d'un gris cendré uniforme, tandis que chez le *Graucalus cucullatus* toutes les parties inférieures du corps, depuis la gorge jusqu'à la queue, sont d'un blanc pur ou très légèrement lavé d'ocre pâle sur le milieu de la poitrine. Il en résulte que, chez les *Graucalus* de la Grande-Comore, le capuchon se trouve encore plus nettement délimité que chez les *Graucalus* de Madagascar. Ceux-ci sont d'ailleurs constamment de taille plus forte ; leur longueur totale varie de 0m,230 à 0m,240 et celle de leurs ailes oscille entre 0m,105 et 0m,113 ; tandis que les dimensions correspondantes du *Graucalus cucullatus* sont 0m,212 et 0m,107. Enfin, chez ces derniers Oiseaux, le manteau est aussi d'un gris un peu plus clair que chez les *Graucalus cinereus ;* les ailes sont moins foncées et les taches des rectrices latérales tirent fortement au blanc.

Le genre *Graucalus*, auquel le genre *Ceblepyris* doit être

(1) *Muscicapa cinerea* Müll., *Syst. Nat.*, App., p. 171. — *Ceblepyris cana* G. Cuv., *Règn. anim.*, 1re éd. (1817), t. I, p. 348 (part.). — *Campophaga cana* Gray et Mitchell, *Gen. of Birds*, t. I, p. 283 et pl. LXIX, fig. 2. — *Graucalus cinereus*] R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.* (1879), t. IV, p. 28. — *Campephaga cinerea*, Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *Hist. de Madag., Oiseaux*, t. I, p. 393 et pl. CLIII et CLVIA, fig. 2.

réuni, est répandu depuis l'Afrique jusqu'en Papouasie et en Australie, à travers Madagascar, l'Inde, l'Indo-Chine, l'archipel Malais et les Moluques; mais il n'avait pas encore été signalé dans l'archipel des Comores, et il manque probablement dans l'archipel des Seychelles.

10. **Graucalus (Ceblepyris) sulphureus** Alph. Milne Edw. et E. Oust.).

Graucalus sulphureus Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 221.

Graucalus G. cinereo et G. cucullato affinis, sed capite et dorso virescentibus, gulâ, pectore et abdomine flavis distinctus.

Long. tot. $0^m,218$; *alæ* $0^m,103$; *caudæ* $0^m,091$; *rostri* (*culm.*) $0^m,016$; *tarsi* $0^m,024$; *digiti medii* (*sine ungue*) $0^m,016$.

Un oiseau du genre *Graucalus*, faisant partie de la première collection réunie par M. Humblot, diffère notablement des *Graucalus cucullatus* par sa livrée. Il a, en effet, le sommet de la tête, le dos, une grande partie des ailes et le milieu de la queue d'un vert terne; la nuque et les joues noirâtres, les rectrices latérales noires à la base, jaunâtres ou grisâtres à la pointe et sur une partie des barbes externes, la gorge d'un jaune lavé de verdâtre; la poitrine, l'abdomen et les sous-caudales d'un jaune soufre. La teinte noirâtre de la gorge et des joues semble, il est vrai, être le premier vestige d'un capuchon semblable à celui des *Graucalus cinereus* et *cucullatus;* d'autre part, les proportions sont à peu près les mêmes que dans cette dernière espèce, et le dessin des rectrices est exactement pareil. On pourrait donc supposer qu'on a affaire à un jeune du *Graucallus cuculatus*, si l'on ne savait que les Choucaris, dans leur premier plumage, sont fortement mouchetés de brun, de blanc et de jaunâtre sur les parties supérieures du corps et sur la gorge et parfois rayés de gris sur les parties inférieures. Telle est la première

livrée du *Graucalus cinereus*, et telle doit être aussi celle du *Graucalus cucullatus*, puisque, sur un spécimen de cette dernière espèce, on découvre même de légères traces de raies transversales sur l'abdomen. En revanche, on ne connaît aucun Choucari qui porte, dans son jeune âge, une livrée verte et jaune. Cependant, comme un autre spécimen, rapporté par M. Humblot de son deuxième voyage et appartenant évidemment à la même espèce, a le dos presque entièrement d'un gris cendré, avec quelques taches verdâtres, et le capuchon noir déjà légèrement indiqué, nous conservons des doutes sur la valeur spécifique du *G. sulphureus*.

Si de nouvelles recherches démontrent que cette dernière espèce doit être réunie à la précédente, la distinction entre les *Graucalus* ordinaires et le *G. cucullatus* n'en sera que plus nette, celui-ci offrant alors la particularité d'être revêtue, dans son premier âge, d'une livrée verte et jaune.

11. **Humblotia flavirostris** Alph. Milne Edw. et E. Oust.
Humblotia flavirostris Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 221.

HUMBLOTIA, *novum genus Muscicapidarum, rostro depresso, sed carinato, naribus conspicuis, setis basalibus longissimis, fronti plumis squamosis, suberectis, caudæ et alarum forma Culicicapis et Cryptolophis affine, sed pedibus longioribus et colore valdè distinctum.*

HUMBLOTIA FLAVIROSTRIS, *nova species coloribus Hemichelidoni sibiricæ simillima, sed fronte albo, brunneo striato, rostro et pedibus flavis diversa.*

Long. tot. 0m,125; *alæ* 0m,70; *caudæ* 0m,053; *rostri* (*culm.*) 0m,009; *tarsi* 0m,019; *digiti medii* (*sine ungue*), 0m,010.

Au premier abord, les Gobe-Mouches de cette espèce, dont M. Humblot a pu se procurer de nombreux exemplaires, pourraient être pris pour des *Hemichelidon sibi-*

rica (1). Ils ont, en effet, les parties supérieures du corps d'un gris brunâtre foncé, la queue et les ailes brunes avec des liserés clairs au bord des pennes secondaires et à l'extrémité des rectrices; la gorge, la poitrine et l'abdomen d'un blanc pur avec de nombreuses flammèches brunes; mais ils ont les plumes frontales plus longues, plus étroites et d'un blanc pur avec une raie brune au centre, et leur bec et leurs pattes sont d'un jaune clair. En y regardant de près, on découvre des différences encore plus importantes, qui justifient la création d'un genre particulier en faveur des Gobe-Mouches de la Grande-Comore. Ainsi, chez ces derniers Oiseaux, les ailes sont relativement beaucoup plus courtes que chez les *Hemichelidon*, et, lorsqu'elles sont ployées, n'arrivent pas à la moitié de la queue; elles affectent, quand elles sont étalées, une forme plus arrondie, les rémiges allant en augmentant de longueur depuis la première, qui équivaut à la moitié de la deuxième, jusqu'à la quatrième et à la cinquième, qui sont à peu près de même longueur, tandis que chez les Gobe-Mouches sibériens la première penne est extrêmement réduite, la seconde presque égale à la quatrième, qui est elle-même d'un ou deux millimètres plus courte que la troisième. Les tarses de l'*Humblotia flavirostris* sont relativement beaucoup plus allongés que ceux de l'*Hemichelidon sibirica*, quoique le doigt médian ait à peu près la même longueur dans les deux espèces; le bec de la première est un peu plus large à la base, plus courbé vers la pointe, et, de part et d'autre de la mandibule supérieure, se prolongent de longues soies qui arrivent presque jusqu'au crochet terminal et qui rappellent les soies des *Culicicapa panayensis* (2) et *Cryptolopha affinis* (3). Ces

(1) *Muscicapa sibirica* Gmelin, *Syst. Nat.* (1788), t. I, p. 936. — *Butalis sibirica* A. David et E. Oustalet, *Oiseaux de la Chine* (1877), p. 122. — *Hemichelidon sibirica* R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.*, 1879, t. IV, p. 120.

(2) *Xantholestes panayensis* R. B. Sharpe, *Trans. Zool. Soc.*, new series, t. I, p. 327 et *Cat. B. Brit. Mus.* (1879), t. IV, p. 371.

(3) *Abrornis affinis* (Hodgs.) Horsfield et Moore, *Cat. B. Mus. E. I. Co.* t. I, p. 341. — R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.* (1879), t. IV, p. 398.

soies, chez les *Hemichelidon*, ne sont représentées que par quelques poils courts insérés à la base de la mandibule supérieure.

Dans son système de coloration, l'*Humblotia flavirostris* présente aussi certaines analogies avec le *Smithornis capensis* (1) de l'Afrique australe et orientale, qui a d'ailleurs le bec beaucoup plus large et qui se place tout à côté du *Pseudobias Wardi* (2) de Madagascar. En résumé, l'espèce de la Grande-Comore, tout en offrant une physionomie bien caractérisée, se rattache, par des liens de parenté plus ou moins étroits, aux Gobe-Mouches africains, européens et asiatiques.

12. **Terpsiphone comorensis** Alph. Milne Edw. et E. Oust.

Terpsiphone comorensis Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 222.

Terpsiphone vulpina E. Newton, *op. cit.*, in *Proc. Zool. Soc. Lond.* (1879), p. 677, nº 17 (*part.*).

Terpsiphone T. vulpinæ affinis, sed vertice nigro-cæruleo, velvetino, remigibus ferè omnino nigris, scapularibus pro parte nigris, dorso, pectore et abdomine medio intense rufis distinguenda.

Long. tot. 0m,215 *vel* 0m,250; *alæ* 0m,078; *caudæ* (*rect. med.*) 0m,170 (*max.*); *rostri* (*culm.*) 0m,011; *tarsi* 0m,016.

Une vingtaine de Terpsiphones, prises par M. Humblot à la Grande-Comore, ne diffèrent les unes des autres que par le développement plus ou moins grand des rectrices médianes et se distinguent constamment de l'oiseau décrit et figuré par

(1) *Platyrhynchus capensis* Smith, *Ill. Zool. S. Afr.*, pl. XXVII. — *Smithornis capensis* Ch. Bonaparte, *Consp. av.*, t. I, p. 322. — R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.* (1879), t. IV, p. 388.

(2) *Pseudobias Wardi* R. B. Sharpe, *Ibis* (1870), p. 498, pl. XV, et *Cat. B. Brit. Mus.* (1879), t. IV, p. 386. — Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *Hist. de Madag.*, *Oiseaux*, t. I, p. 385 et pl. CXLV, fig. 2 et CXLVIA.

M. E. Newton sous le nom de *Tchitrea vulpina* (1) par l'aspect plus velouté des plumes du sommet et des côtés de la tête, qui ont d'ailleurs des reflets bleus et non verdâtres ; leur dos, leur poitrine, leur ventre et leur queue sont d'une teinte cannelle aussi foncée que chez la *Terpsiphone mutata* (2) de Madagascar et beaucoup plus intense que chez la *Terpsiphone vulpina* d'Anjouan ; leurs rémiges sont noires sur la plus grande partie de leur étendue, et ornées seulement d'un liséré blanc sur le bord externe, au lieu d'être largement bordées de blanc sur toute leur longueur comme chez la *Terpsiphone vulpina;* enfin, quelques-unes des plumes scapulaires, au lieu d'être mi-parties blanches et noires, sont entièrement noires. Il en résulte que, chez la *Terpsiphone comorensis*, la teinte blanche est un peu moins étendue à la surface de l'aile que chez la *T. vulpina*.

Les Terpsiphones de la Grande-Comore avaient été considérées par M. G. E. Shelley comme identiques à celles d'Anjouan. Aucune d'elles ne porte la livrée blanche, qui est l'apanage du mâle adulte de la *Terpsiphone mutata* de Madagascar. Cette dernière espèce a été signalée également à Mayotte, de telle sorte que le petit archipel des Comores ne possède pas moins de trois formes distinctes de Terpsiphones, savoir : la *Terpsiphone mutata*, à Mayotte (3); la *Terpsiphone vulpina*, à Anjouan, et la *Terpsiphone comorensis*, très voisine de la précédente, à la Grande-Comore.

(1) *Tchitrea vulpina* E. Newton, *op. cit.*, in *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1877, p. 298, n° 11, et pl. XXXIII, fig. 2. — *Terpsiphone vulpina* R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.* (1879), t. IV, p. 353. — G. E. Shelley, *op. cit.*, in *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1879, p. 677, n° 17.

(2) *Muscicapa mutata* L., *Syst. Nat.*, éd. XII (1766), t. I, p. 355. — *Terpsiphone mutata*, R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.* (1879), t. IV, p. 351. — Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *Hist. de Madag.*, *Oiseaux*, t. I, p. 587 et pl. CXLV^A, fig. 3, CXLVII, CXLVIII et CXLIX.

(3) Les Terpsiphones de Mayotte, qu'on a désignées parfois sous le nom de *Terpsiphone pretiosa* (Lesson, *Descr. Mamm. et Ois.*, 1847, p. 324) ne diffèrent pas de certaines *Terpsiphone mutata*. Voyez Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *Hist. de Madag.*, *Oiseaux*, t. I, p. 390.

13. **Hypsipetes (Ixocincla) parvirostris** Alph. Milne Edw. et E. Oust.

Hypsipetes parvirostris Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 222.

Hypsipetes H. crassirostri coloribus valdè affinis, sed rostro pedibusque multo debilioribus, statura minore distinctus.

Long. tot. 0^m,230; *alæ*, 0^m,120; *caudæ*, 0^m,110; *rostri* (*culm.*) 0^m,019; *tarsi* 0^m,020; *digiti medii* (*sine ungue*), 0^m,015.

Cette espèce nouvelle n'est représentée dans la collection de M. Humblot que par un seul spécimen, qui provient de la Grande-Comore et qui porte une livrée presque identique à celle de l'*Hypsipetes crassirostris* (1) des Seychelles, mais qui est de taille notablement plus faible. Son bec est un peu plus court et beaucoup plus grêle, ses tarses et ses doigts sont beaucoup moins robustes que ceux de l'*Hypsipetes crassirostris* et ses ailes paraissent un peu plus courtes, et, au repos, ne dépassent pas autant la base de la queue, dont les pennes ne présentent pas de lisérés blancs à l'extrémité. Enfin, les pattes de l'oiseau de la Grande-Comore semblent avoir été d'une nuance un peu plus foncée que celles de l'oiseau des Seychelles.

L'*Hypsipetes parvirostris* et l'*Hypsipetes crassirostris* se distinguent facilement par leur livrée verte de l'*Hypsipetes madagascariensis* (2) de Madagascar, qui porte également une calotte noire, mais dont le reste du plumage est d'un gris-fer,

(1) *Hypsipetis crassirostris* E. Newton, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1867, p. 234; *Ibis* (1867), p. 344 et *Dawson Rowley's Ornith. Miscell.*, t. II, p. 52, pl. LII, fig. 4 *a* et 46. — E. Oustalet, *Cat. Ois. Seych.*, in *Bull. Soc. philom.*, 7e série, t. I (1877), p. 101 et t. II (1878), p. 172, nº 11. — *Ixocincla crassirostris* R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit.*, t. VI, 1881, p. 47.

(2) *Turdus madagascariensis* Müller, *Linné Vollst. Natursyst. Suppl.* (1776), p. 139. — *Turdus ourovang* Hermann, *Tab. Affin. Anim.* (1783), p. 210, note *u*. — *Hypsipetis ourovang* Verreaux, *Cat. Coll. Rivoli* (1846), p. 6. — *Ixocincla madagascariensis* R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.* (1881), t. VI, p. 45. — *Hypsipetes madagascariensis* Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *Hist. de Madag.*, *Ois.*, t. I, p. 372 et pl. CXLI, CXLI A et CXLII.

nuancé de brun. Toutefois en comparant un *Hypsipetes* de la grande terre avec l'oiseau des Comores on voit que le bec est aussi grêle chez l'un que chez l'autre, que les pattes sont aussi faibles et colorées de la même façon et que la taille est à peu près la même. En revanche les proportions des rémiges diffèrent. Les cinq premières pennes sont en effet chez l'*Hypsipetes parvirostris* dans les rapports suivants : 33, 70, 86 et 90, tandis que chez l'*Hypsipetes madagascariensis* elles sont dans les rapports 30, 67, 83 et 90 et chez l'*Hypsipetes crassirostris* dans les rapports 55, 82, 102 et 107.

Il paraît que l'île de la Grande-Comore possède deux espèces d'*Hypsipetes* dont l'une n'est autre chose que le véritable *Hypsipetes madagascariensis*. M. le capitaine G. E. Shelley, qui n'a pas eu connaissance de l'espèce ou de la race que nous venons de décrire, déclare en effet avoir trouvé dans la collection formée par le docteur Kirk, dix spécimens provenant d'Anjouan et neuf provenant de la Grande-Comore qui lui ont paru identiques aux *Hypsipetes* de Madagascar. Cette indication, rapprochée des affinités que nous avons constatées ci-dessus entre les *Hypsipetes* des Seychelles, de Madagascar et ceux de la Grande-Comore, permettrait peut-être de supposer que ces derniers sont les produits d'un croisement entre l'*Hypsipetes madagascariensis* et l'*Hypsipetes crassirostris* ; mais il est impossible de se faire une opinion d'après un seul exemplaire.

Le genre *Hypsipetes*, pris dans son sens le plus large, est répandu depuis les îles Mascareignes jusqu'au Japon ; mais il peut être partagé, d'après l'aspect du tarse qui est tantôt lisse, tantôt scutellé sur sa face antérieure, en deux subdivisions, dont l'une, appelée *Ixocincla* par Blyth (1), est spéciale à Madagascar et aux îles avoisinantes et comprend outre les *Hypsipetes madagascariensis*, *crassirostris* et *parvirostris*, les *Hypsipetes borbonica* et *olivacea*, de la Réunion et de Maurice.

(1) *Journ. As. Soc. Beng.* (1845), t. XIV, p. 375; R. B. Sharpe, *Cat. B. Brit. Mus.*, 1881, t. VI, p. 44.

14. **Ploceus (Foudia) consobrinus** Alph. Milne Edw. et E. Oust.)

Foudia Algondæ G. E. Shelley, *op. cit.*, in *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1879, p. 677, n° 23.

Foudia consobrina Alph. Milne Edwards et E. Oustalet, *C. R. Acad. Sc.*, 1885, t. CI, p. 222.

Ploceus P. Algondæ simillimus, sed dorsi lineis fuscis valdè conspicuis, capite et pectore igneo rubro nec minio tinctis distinguendus.

Long. tot. 0m,145; *alæ* 0m,082; *caudæ* 0m,061; *rostri* (*culm.*) 0m,015; *tarsi* 0m,021; *digiti medii* (*sine ungue*) 0m,015.

Plusieurs Tisserins du genre Foudi, capturés par M. Humblot à la Grande-Comore, nous paraissant différer des Foudis de Madagascar (1) et même de ceux de Mayotte (2). Les mâles en effet offrent sur leur manteau vert des stries longitudinales beaucoup plus nettes et ils ont un capuchon d'un rouge qui tire plutôt au vermillon qu'au rouge de saturne et qui a une tendance à se continuer par un plastron sur l'abdomen comme chez le *Ploceus madagascariensis*. Celui-ci est d'ailleurs de taille plus faible, il porte un manteau rouge strié de noir, et il a sur le côté de la tête un trait noir nettement dessiné, tandis que le *Ploceus eminentissimus* (3) de Zanzibar, dont le manteau offre des teintes plus sombres que celui du *Ploceus consobrinus*, se distingue du Foudi de la Grande-Comore par des

(1) *Ploceus madagascariensis* Brisson, *Ornithol.* (1760), t. III, p. 112 et pl. VI, fig. 2. — *Foudia madagascariensis* Ch. Bonaparte, *Consp. av.* (1850), t. I, p. 445. — G. Hartlaub, *Vögel Madag.* (1877), p. 212. — E. Oustalet, *Bull. Soc. Philom.*, 1877, p. 101 et *Faun. ornith. Seych.*, ibid. (1878), p. 174. — Alph. Milne Edwards et Alf. Grandidier, *Hist. de Madag., Oiseaux*, t. I, p. 449 et pl. CLXXVIIA, fig. 3, CLXXXI et CLXXXII.

(2) *Ploceus Algondæ* Schlegel et Pollen, *Faun. de Madag.* (1868), p. 107, pl. XXXIV. — *Foudia Algondæ* Hartlaub, *Vög. Madag.*, p. 216. — *Calyphantria comorensis* Cabanis, in *Decken's Reisen*, t. III, p. 31, pl. X.

(3) *Foudia eminentissimus* Ch. Bonaparte, *Consp. av.* (1850), t. I, p. 446. — J. Verreaux, *Nouv. Arch. de Mus.*, t. III, p. 7, pl. II, fig. 2. — *Calyphantria eminentissima* J. Cabanis, in *Decken's Reisen*, t. III, p. 31. — Finsch et Hartlaub, *Vögel Ost Afrikas*, 1870, p. 406, n° 210.

proportions un peu plus fortes et un bec plus robuste. Les femelles du *Ploceus consobrinus* sont encore plus faciles à reconnaître, grâce à leur livrée d'un vert foncé strié de noirâtre sur le dos et passant au grisâtre sur les parties inférieures du corps.

Il est à peu près certain que c'est à cette espèce ou à cette race nouvelle du genre *Ploceus* (ou *Foudia*) qu'appartiennent les spécimens de la Grande-Comore obtenus par le docteur Kirk et cités par M. le capitaine Shelley sous le nom de *Foudia Algondæ* (1), et peut-être faut-il rapporter encore au même type les Foudis d'Anjouan (2) et ceux de Mohéli (3) que M. Shelley considère comme identiques à ceux de la Grande-Comore.

En adoptant cette manière de voir, on trouve que l'ancien genre *Foudia*, qui n'est qu'une subdivision assez mal caractérisée du grand genre *Ploceus*, est représenté sur la côte orientale d'Afrique, à Madagascar, aux îles Mascareignes, aux Comores et aux Seychelles par les formes suivantes :

1. *Ploceus erythrops* (de l'Afrique orientale);
2. *P. madagascariensis* (de Madagascar et des Seychelles);
3. *P. erythrocephalus* (de l'île Maurice);
4. *P. eminentissimus* (de Zanzibar et de la région du Zambèze);
5. *P. Algondæ* (de Mayotte, d'Anjouan et de Mohéli?);
6. *P. consobrinus* (de la Grande-Comore);
7. *P. Sechellarum* (des Seychelles);
8. *P. flavicans* (de l'île Rodrigue).

La deuxième de ces espèces est celle qui présente les couleurs les plus intenses, le rouge dominant sur sa livrée; la troisième, la quatrième, la cinquième et la sixième sont extrêmement voisines l'une de l'autre, la septième semble avoir

(1) *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1879, p. 677, n° 23.

(2) *Foudia Algondæ* E. Newton, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1877, p. 300, n° 17. — G. E. Shelley, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1879, p. 677, n° 23.

(3) *Foudia madagascariensis* Ph. L. Sclater, *Ibis*, 1864, p. 299 (*nec* L.). — Finsch et Hartlaub, *op. cit.*

conservé le costume du jeune âge et établit, avec la huitième espèce, la transition vers les *Hyphantornis*, tandis que la première, avec son capuchon bien circonscrit et son rabat noirâtre, se rapproche à certains égards du *Ploceus sanguinirostris* et des vrais *Ploceus*. Les *Ploceus erythrops* et *flavicans* diffèrent d'ailleurs assez fortement des autres pour qu'on puisse les laisser de côté, et de la sorte le groupe des Foudis ou Tisserins à plumage rouge se trouve réduit à cinq ou six espèces occupant une aire géographique qui s'étend du 10e au 26e degré de latitude sud et du 50e au 75e degré de longitude est. Parmi ces Tisserins c'est le *Ploceus madagascariensis* qui, par la richesse de son plumage, mérite d'être considéré comme la forme typique, les autres ne représentant sans doute que des espèces dérivées.

Pour compléter ce travail préliminaire sur la faune ornithologique de la Grande-Comore, nous donnons ci-après la liste des espèces qui ont été obtenues dans cette île par M. Humblot :

1. *Coracopsis comorensis* Peters.
2. *Coracopsis sibilans* A. M. E. et O.
3. *Circus Maillardi* var. *macroscelis* A. Newt.
4. *Astur pusillus* Gurn.
5. *Eurystomus afer* Lath.
6. *Leptosomus discolor* var. *gracilis* A. M. E. et O.
7. *Corythornis cristata* L.
8. *Merops madagascariensis typicus* A. M. E. et Grand.
9. *Chætura Grandidieri* J. V.
10. *Cinnyris notata* Müller (? var. *purpurea* A. M. E. et O.)
11. *Cinnyris Humbloti* A. M. E. et O.
12. *Zosterops mouroniensis* A. M. E. et O.
13. *Z. Kirki* Shell.
14. *Ellisia madagascariensis* var. *filicum* Hartl.

15. *Pratincola torquata* L.
16. *Turdus comorensis* A. M. E. et O.
17. *Buchanga atra* var. *fuscipennis* A. M. E. et O.
18. *Graucalus* (*Ceblepyris*) *cucullatus* A. M. E. et O.
19. ? *Graucalus* (*Ceblepyris*) *sulphureus* A. M. E. et O.
20. *Humblotia flavirostris* A. M. E. et O.
21. *Terpsiphone comorensis* A. M. E. et O.
22. *Hypsipetes* (*Ixocincla*) *parvirostris* A. M. E. et O.
23. *Ploceus* (*Foudia*) *consobrinus* A. M. E. et O.
24. *Spermestes cucullata* Sw.
25. *Columba* (*Stictœnas*) *Polleni* Schl.
26. *Turtur comorensis* E. Newt.
27. *T. capicola* Sund.
28. *Tympanistria bicolor*.
29. *Funingus Sganzini* J. V.
30. *Numida mitrata* var. *tiarata* Pall.
31. *Tringoides hypoleucus* L.
32. *Ardea* (*Butorides*) *atricapilla* Afzel.
33. *Anous stolidus* L.

ÉTUDES HISTOLOGIQUES

SUR

DEUX ESPÈCES DU GENRE EUNICE

Par M. Ét. JOURDAN.

Chargé d'un cours complémentaire à la Faculté des sciences de Marseille,
Professeur d'histologie à l'École de Médecine.

INTRODUCTION

MÉTHODES DE RECHERCHES

En commençant ces observations anatomiques sur les Euniciens, je ne croyais pas étendre mes recherches à tous les systèmes organiques. Je n'avais eu en vue primitivement que les centres nerveux. La structure histologique du cerveau me préoccupait surtout et je pensais borner là mes observations. Mais je n'ai pas tardé à reconnaître que les organes des sens que je rencontrai sur mes coupes et en particulier les yeux et les antennes étaient loin d'être dépourvus d'intérêt. De même, en pratiquant des sections totales du corps de l'animal, j'ai remarqué que les glandes pédieuses, les organes pigmentaires latéraux méritaient de nouvelles recherches. Ces systèmes organiques avaient été souvent confondus avec les organes segmentaires et ils étaient d'ailleurs fort mal connus au point de vue de leur structure histologique. Les organes segmentaires sont aussi peu étudiés, leur orifice externe n'a pas encore pu être démontré. Enfin les coupes des parois du tube digestif que j'avais sous les yeux ne pouvaient être complètement méprisées, l'histologie de l'appareil digestif des Annélides est encore trop ignoré pour que l'on soit en droit de laisser de côté les documents que l'on rencontre sans les

chercher. Ces considérations m'ont engagé à étendre le champ primitif de mes observations. Je réunis aujourd'hui les notes éparses que j'ai sur ce sujet, je ne sais si ces résultats paraîtront dignes d'intérêt; mais ce que je puis dire, c'est que je me suis appliqué à une observation exacte des faits et que j'ai évité autant que possible les conclusions hasardeuses et les interprétations forcées.

Je crois qu'il est du devoir de tout histologiste d'indiquer brièvement les procédés qu'il a employés, dans le double but de permettre un contrôle facile de ses observations et d'aider ceux qui désireraient faire des études semblables. Parmi les réactifs usités en histologie et qui sont d'un usage courant, quelques-uns m'ont donné de bons résultats, d'autres ne m'ont fourni que des déceptions.

L'alcool à 90 degrés que quelques auteurs ont conseillé comme réactif fixateur et durcissant m'a toujours donné pour les Annélides les plus mauvais résultats. Il en est de même de l'acide picrique en solution saturée ou même affaiblie. Les pièces traitées par ces réactifs présentent des tissus rétractés et dont les éléments sont devenus méconnaissables, les cellules épithéliales des parois du corps et du tube digestif ne sont plus visibles, c'est à peine s'il est possible de distinguer des noyaux plongés au sein d'un couche protoplasmique granuleuse. Cet aspect semble justifier l'opinion de ceux qui croient que la couche dite hypoderme des Annélides est constituée par un protoplasma amorphe et diffus dans lequel on ne distingue aucune forme cellulaire. Quelques autres agents fixateurs fournissent, il est vrai, de meilleurs résultats. Ceux que j'ai employés en les adaptant nécessairement à des cas différents mais toujours avec succès sont le bichromate d'ammoniaque en solution à 2 pour 100, le bichlorure de mercure soit seul et en solution saturée, soit sous forme de liqueur de Lang, soit encore en solution à 5 pour 100 et alors chaude; mais je dois avouer que cette dernière méthode m'a moins réussi. J'ai enfin mis souvent en usage l'acide osmique à 1 pour 200. Je dois même dire que ce réactif est celui qui m'a

le mieux réussi pour l'étude des antennes et en général de tous les organes délicats. Je l'ai toujours considéré dans mes recherches comme un moyen de contrôle des observations que je faisais avec les autres réactifs.

Après l'action des agents fixateurs que je viens d'énumérer, mes pièces étaient lavées et plongées ensuite dans l'alcool de plus en plus fort jusqu'à 90 degrés. Je les colorais alors par différentes solutions de carmin, mais de préférence par le carmin aluné de Grenacher; enfin, après déshydratation, les objets que je destinais à être coupés étaient inclus dans la celluloïdine ou dans la paraffine.

Au début de ces recherches je me suis servi de la celluloïdine, mais j'ai reconnu bientôt que cette substance ne présentait aucun avantage sur la paraffine. Mes tronçons numérotés étaient donc après inclusion dans la paraffine débités en séries et rangés sur lames à l'aide du mélange de Schällibaum. Cette excellente méthode me permettait de compléter la coloration; c'est ainsi que j'ai pu colorer mes coupes par l'éosine hématoxylique et par les solutions de vert d'Hoffmann, qui m'ont donné de fort belles colorations pour les cellules glandulaires. Mes lames portant les séries de coupes étaient alors soumises à l'action de l'alcool graduel, et après déshydratation par l'alcool absolu elles étaient montées dans le baume du Canada.

Les dissociations sont plus difficiles à réussir. Beaucoup de formules conseillées dans ce but ont l'inconvénient d'altérer les tissus, d'autres sont sans action. Un procédé mis tous les jours en usage pour isoler les tubes nerveux des Vertébrés m'a donné cependant de bons résultats. Il consiste à traiter les pièces fraîches par l'acide osmique en solution au centième et à laisser macérer ensuite les objets ainsi fixés dans l'alcool faible ou même dans l'eau distillée. Les solutions de bichromate d'ammoniaque m'ont également permis d'obtenir des éléments bien isolés provenant de pièces conservées depuis plus d'un an. Dans ce dernier cas la dissociation était pratiquée dans une goutte de glycérine hématoxylique à

laquelle j'ajoutai pour l'examen et la conservation de la préparation de la glycérine pure.

TÉGUMENTS

Tout le monde sait que la peau des Annélides comprend une cuticule, une couche cellulaire et des muscles disposés suivant un système de fibres circulaires et de faisceaux musculaires longitudinaux. De ces différentes assises la zone sous-cuticulaire est la seule qui soit mise en discussion. La plupart, il est vrai, l'admettent, mais quelques-uns lui refusent encore aujourd'hui une structure cellulaire. Je crois que cette opinion est condamnée à perdre tous les jours du terrain. Sur toutes les espèces, chez lesquelles il m'a été donné de pratiquer des coupes, j'ai toujours trouvé une couche de cellules épithéliales au-dessus des muscles; la cuticule pouvait être plus ou moins épaisse, elle manquait même quelquefois, maisla couche cellulaire existait toujours. Cette assise est généralement connue sous le nom d'hypoderme, je la désignerai dans le cours de ce mémoire sous la dénomination plus juste d'épiderme (1). Si

(1) On trouvera peut-être que j'ai eu tort de remplacer le mot hypoderme, dont la signification est bien connue de tous les zoologistes, par celui d'épiderme qui semble réservé aux Vertébrés. Claparède, dans son mémoire sur les Annélides sédentaires, faisait déjà remarquer que le mot hypoderme proposé par Weismann pour les Arthropodes était encore admissible chez les Annélides pourvues d'une cuticule, mais que chez celles qui n'en possèdent pas et dont la couche cellulaire externe est en contact immédiat avec l'extérieur cette dénomination ne devrait pas être admise. Il continue cependant à employer ce mot, parce que, dit-il, il a l'avantage de rappeler l'importance que la cuticule prend chez certains vers. Je ne puis partager l'opinion de l'auteur que je viens de citer; le mot hypoderme devrait en effet désigner une couche située sous le derme, et d'ailleurs c'est bien là la signification que lui ont attribuée les premiers auteurs, qui considéraient la cuticule, non pas comme une formation épithéliale, mais comme une couche conjonctive comparable à notre derme. On sait qu'aujourd'hui on comprend la cuticule d'une façon tout à fait différente. Il ne serait donc pas étonnant que l'on changeât le nom de la couche ectodermique et qu'on l'appelât épiderme, nom que la couche épithéliale homologue porte chez les Vertébrés. Si le mot hypoderme ne prête à aucune confusion pour les zoologistes familiers avec sa signification réelle,

j'emploie quelquefois le mot hypoderme ou l'appellation de couche cellulaire hypodermique, ce ne sera que pour éviter des répétitions. Je décrirai donc successivement la cuticule, l'épiderme, les muscles.

Cuticule. — Cette membrane anhiste est remarquable par son épaisseur. Ici comme partout d'ailleurs, elle ne présente aucune structure; quelques réactifs la modifient cependant et montrent qu'elle est constituée par des lamelles superposées. Cette disposition donne quelquefois à la cuticule un aspect régulièrement strié. L'épaisseur de cette couche varie beaucoup suivant les régions : elle est beaucoup plus mince au niveau des antennes, des branchies et des cirrhes; elle est au contraire très épaisse sur les faces ventrale et dorsale. Cette cuticule est traversée par des pores glandulaires, qui sont naturellement d'autant plus nombreux que les cellules glandulaires sont plus fréquentes (fig. 1, *p*). L'existence de ces pores est surtout bien visible après l'action des réactifs qui colorent le contenu des cellules glandulaires; c'est ainsi que le vert d'Hoffmann les fait apparaître sous la forme d'un trait vert en continuité avec les glandes.

Épiderme. — La couche sous-cuticulaire présente une épaisseur et des caractères un peu différents suivant la région que l'on examine. Mais, en laissant de côté les appendices sensitifs dont je ferai plus loin une description spéciale, on voit qu'elle est toujours constituée par des cellules épithéliales appartenant à deux types physiologiques différents. Les unes sont des éléments épithéliaux cylindriques, sans fonctions spéciales, ne remplissant d'autre rôle que celui de former la cuticule par leurs plateaux juxtaposés; les autres sont des

il n'en est peut-être pas de même pour tous les anatomistes. En tout cas, aujourd'hui que l'on connaît mieux la situation et la nature de cette couche épithéliale, ce mot paraît consacrer un fait qui était admis autrefois et qui ne l'est plus aujourd'hui, et les gens étrangers à la zoologie comprendront difficilement comment une seule et même couche, l'ectoderme de l'embryon, peut devenir l'épiderme chez les Vertébrés, l'hypoderme chez certains Invertébrés.

cellules glandulaires désignées aussi quelquefois sous le nom de follicules muqueux (fig. 1). Les cellules épithéliales sont cylindro-coniques, elles possèdent une extrémité périphérique renfermant un protoplasma granuleux quelquefois légèrement pigmenté, et une région basilaire, hyaline, plus mince que la précédente et qui paraît même donner quelquefois naissance à plusieurs prolongements s'anastomosant alors avec ceux des cellules voisines. Au point d'union de ces prolongements, on aperçoit quelquefois un noyau. Cette disposition fort rare, chez les Euniciens, se rencontre beaucoup plus développée chez d'autres espèces; elle forme ce type particulier de tissu que Claparède a désigné dans ses mémoires sous le nom de tissu connectif stellaire et qui doit être rapporté aux groupes des tissus épithéliaux et non à celui des tissus de substance conjonctive. Sans doute le tissu connectif stellaire diffère beaucoup des formations épithéliales ordinaires, mais sa situation et ses rapports avec les autres cellules épithéliales ne peuvent laisser aucun doute à ce sujet. On pourrait aussi trouver chez les Vertébrés embryonnaires ou adultes des tissus analogues justifiant mon interprétation; c'est ainsi que le tissu spongieux de l'organe adamantin, que 'on considère malgré son aspect comme étant de nature épithéliale, peut servir de point de comparaison. Mais le tissu connectif stellaire est fort peu développé dans le genre Eunice; aussi je m'arrête dans ces considérations, qui seraient mieux placées à propos d'une autre espèce.

J'ai dit tantôt qu'à côté des cellules cylindro-coniques on trouvait un nombre plus ou moins grand de cellules glandulaires. Ces cellules sont inégalement réparties à la surface du corps des Euniciens; elles sont fort rares sur la face dorsale, mais beaucoup plus communes sur la face ventrale et surtout près des bords de cette face. L'épiderme est plus épais dans cette région, et cette augmentation d'épaisseur est due justement à la présence d'un grand nombre de cellules glandulaires. Les cellules glandulaires sont aussi fréquentes au niveau des lobes du segment céphalique désignés quelquefois

sous le nom de palpes. Là la couche épithéliale tout entière a acquis une épaisseur considérable (fig. 10, *h*); on trouve des éléments glandulaires même dans la région la plus profonde de cette couche et il n'est pas douteux que ce développement exagéré de l'épithélium ectodermique ne soit dû surtout à la présence de ces cellules.

Les éléments glandulaires sont bien conservés par la plupart des réactifs fixateurs. Le bichromate d'ammoniaque et le bichlorure de mercure donnent également de bons résultats, mais l'acide osmique est encore l'agent qu'il faut préférer. Ces cellules glandulaires sont faciles à reconnaître à leur forme et leur existence est le plus souvent aisée à démontrer; mais quelquefois la petitesse de leur taille ne permettrait pas de reconnaître leur présence si l'on n'avait recours aux matières colorantes. Quelques-unes de ces substances et en particulier le vert d'Hoffmann donnent des résultats tout à fait démonstratifs.

Avant d'étudier la constitution de ces cellules glandulaires, nous devons d'abord nous demander si elles appartiennent à un seul ou à plusieurs types. J'ai cru d'abord qu'il existait dans l'épiderme des cellules glandulaires de deux sortes; les unes me paraissaient hyalines, tandis que les autres étaient granuleuses. Mais je n'ai pas tardé à reconnaître que je me trouvais en présence d'états différents d'un seul et même élément anatomique.

Le follicule muqueux ou cellule glandulaire des Euniciens a la forme d'une fiole bosselée et tordue; quelquefois même cet élément est replié sur lui-même (fig. 1, *g*). Le contenu de ces cellules varie. Il est le plus souvent granuleux et ces granulations sont parfaitement sphériques et régulières; elles se colorent tantôt très bien par l'acide osmique, tantôt au contraire elles restent pâles et incolores. Cet aspect correspond alors à un état plus jeune du même élément anatomique. Quelquefois enfin le contenu de la cellule est homogène, sans trace de granulations et les réactifs colorants sont sans action sur lui. On reconnaîtra alors sans peine dans ce

dernier cas que l'élément glandulaire ne possède pas un protoplasma d'une nature particulière, mais que la cellule s'est vidée et est réduite à sa membrane d'enveloppe. Le noyau de ces éléments glandulaires est difficile à voir sur les préparations à l'acide osmique, mais il apparaît avec une grande netteté sur les pièces traitées par le sublimé. Je n'ai pas aperçu auprès des nucléus ce protoplasma que l'on distingue autour des noyaux des cellules à mucus des Vertébrés. Le contenu de la cellule ne varie pas suivant le point que l'on examine, mais, ainsi que je l'ai déjà dit tantôt, l'aspect de ce contenu peut changer beaucoup suivant l'élément que l'on considère.

Au-dessous de l'épiderme il n'existe, chez les Euniciens, rien qui soit comparable à un derme conjonctif. Dans quelques régions, il est vrai, les pieds des cellules semblent reposer sur une membrane basale ; mais cette couche est loin d'avoir toujours l'homogénéité et la continuité de ces membranes. Tantôt les pieds des cellules se juxtaposent en s'étalant légèrement et en simulant ainsi une couche continue ; tantôt au contraire les cellules s'effilent, se prolongent et se perdent dans la couche musculaire sous-jacente. Quelquefois cependant, et je dois dire que c'est là le cas le plus rare, les pieds des cellules reposent sur une couche anhiste ayant tous les caractères des membranes vitrées (fig. 26, *mb*).

Couches musculaires. — Les muscles des parois du corps sont groupés suivant un système de fibres musculaires circulaires et de faisceaux musculaires longitudinaux formant quatre muscles disposés, deux le long de la face dorsale et deux sur la face ventrale. Les fibres musculaires circulaires ne sont pas arrangées en muscles distincts; elles constituent au-dessous de l'épiderme une sorte de derme musculaire dont les fibres sont disposées toutes dans le même sens.

Les coupes ne montrent rien sur la constitution intime des éléments musculaires. La disposition pennée, signalée depuis longtemps et connue de tous les zoologistes, apparaît seule avec plus ou moins de netteté. Les dissociations permettent heu-

reusement d'acquérir des notions plus exactes sur la structure de ces éléments histologiques. Je les ai pratiquées avec succès, après l'action de l'acide osmique ou du bichromate d'ammoniaque, sur les faisceaux musculaires longitudinaux.

L'irrégularité et souvent la bizarrerie des formes des fibres musculaires des Euniciens sont les premiers caractères qui attirent l'attention des observateurs. Elles doivent être fort longues, car il est impossible d'en rencontrer une qui ne se termine pas, au moins à une de ses extrémités, par un tronçon obtus indiquant qu'elle a été brisée à ce niveau. Ces fibres ne sont pas cylindriques mais aplaties en forme de ruban irrégulier; elles présentent des épaississements distribués d'une manière très variable sur toute la longueur de l'élément et indiquant tout autant d'ondes de contraction. Ces régions de l'élément contractile se révèlent par l'intensité de leur coloration; l'éosine hématoxylique les colore en violet intense et elles sont si bien délimitées qu'elles imitent des stries obliques et irrégulières (fig. 2). Les bords de ce ruban musculaire sont le plus souvent irréguliers et presque toujours les deux bords d'une même fibre ne sont pas identiques. Le plus souvent un d'entre eux est droit et épais, tandis que l'autre est mince et effilé; de plus ce bord est pourvu de crêtes et d'expansions protoplasmiques qui lui donnent un aspect déchiqueté. Cette forme de la fibre musculaire et les caractères de ses contours sont bien visibles lorsqu'on examine un élément tordu sur lui-même comme celui que j'ai dessiné sur la figure n° 2 de ce mémoire. Lorsqu'on suit, dans le champ du microscope, une de ces fibres, on ne tarde pas à rencontrer un noyau, quelquefois même on finit par en voir deux sur une seule et même fibre. Ces noyaux ne sont pas renfermés dans l'épaisseur de la substance contractile; ils sont appliqués sur une des faces du ruban, quelquefois aussi ils occupent un des bords. Ils ne sont pas enfoncés dans une fossette, et font une légère saillie à la surface de la fibre. Ces noyaux sont ovoïdes, sans nucléoles. Tout autour du noyau on aperçoit un protoplasma hyalin, se colorant très mal par les

réactifs usuels (fig. 3). Cette substance protoplasmique est fort peu abondante et sa masse n'égale pas le plus souvent celle du noyau. Le noyau et le protoplasma sont maintenus sur la substance contractile par une membrane très délicate, à peine visible à cause de sa transparence, et qui se prolonge au delà du noyau sur la fibre elle-même, où elle se perd. L'existence de cette membrane au delà du protoplasma nous a paru souvent très douteuse.

Dans la dissociation des faisceaux musculaires on trouve des filaments beaucoup plus minces que ceux que je viens de décrire. Les uns sont de simples fibres musculaires plus petites ; les autres me paraissent d'une nature particulière. Je les considérerai volontiers comme appartenant à un plexus nerveux intermusculaire analogue à celui qui a été décrit par Fraipont chez les Saccocirus (1); malheureusement les préparations au chlorure d'or ne m'ont pas donné de résultats bien démonstratifs. Quelquefois une de ces fibres abordait un élément musculaire sans qu'il fût possible de dire comment elle se terminait. J'ai même vu, et j'ai représenté avec toute l'exactitude possible cet aspect. On voit, figure 4, une de ces fibres qui se terminait sur le ruban musculaire au niveau du nucléus, de telle sorte que l'on croirait la voir pénétrer dans la substance nucléaire et s'y terminer. Il est facile de s'assurer cependant que la fibre en question se perd dans le protoplasma qui entoure le noyau. Quelle est la nature de ces fibres? Quelques-unes d'entre elles sont si courtes, elles présentent des caractères si mal définis, qu'il est difficile de voir en elles autre chose qu'une simple expansion protoplasmique; mais quelquefois elles apparaissent comme des éléments bien distincts et que l'on doit assimiler à ceux que Fraipont a signalés chez les Saccocirus. Nous sommes donc conduit à considérer ces fibrilles comme des éléments de communication nerveuse entrant en relation avec

(1) J. Fraipont, *Recherches sur le système nerveux central et périphérique des Archiannélides* (*Archives de biologie*, t. V, fasc. II).

des fibres musculaires, en un mot comme de véritables terminaisons nerveuses. J'avoue que mon interprétation est un peu téméraire et je dois dire que je n'aurais jamais osé l'émettre, si je n'avais été précédé dans cette voie par les observations de l'anatomiste belge. Dans le cours de mes recherches histologiques sur les Holothuries, j'avais souvent eu l'occasion de voir des aspects analogues à ceux qui ont été dessinés par Fraipont; dans un cas surtout je me souviens d'avoir vu une cellule à plusieurs prolongements communiquer par une longue fibrille avec un élément musculaire, mais je ne m'étais pas cru autorisé à considérer cette disposition comme une terminaison nerveuse. J'avais pris la cellule comme un simple élément du tissu conjonctif dont un des prolongements s'accolerait à une fibre musculaire. Il serait à désirer que ces observations fussent reprises, on arriverait peut-être à démontrer l'existence de véritables terminaisons nerveuses dans les muscles des Échinodermes.

SOIES

Plusieurs auteurs ont signalé, chez les Géphyriens et aussi, mais plus rarement, chez les Annélides véritables, des soies qui seraient en rapport à leur base chacune avec une cellule que l'on considère comme la cellule mère; mais souvent cette cellule a été confondue avec les éléments de la gaine, et d'ailleurs l'origine, le développement histologique et les rapports de la soie jeune aussi bien que ceux de la soie adulte avec les éléments de son follicule ne semblent pas avoir préoccupé beaucoup les zoologistes. J'ai eu cependant l'occasion d'observer dans les segments régénérés des Euniciens un certain nombre de soies à différents stades de leur évolution; qui m'ont semblé intéressantes, parce qu'elles me paraissent susceptibles de démontrer la nature épithéliale de ces appendices. Dans les segments régénérés situés à l'extrémité tout à fait postérieure du corps de l'animal, les faisceaux de soies ne sont représentés que par

des groupes de cellules dont quelques-unes sont accompagnées d'un petit cône hyalin d'aspect cuticulaire, qui n'est autre chose qu'une soie rudimentaire. A ce stade le volume de la soie ne dépasse pas celui de la cellule. Sur des segments plus âgés les soies apparaissent comme des cônes beaucoup plus longs renfermés dans une gaine cellulaire (fig. 32). L'étude de ces appendices encore contenus dans leur gaine est particulièrement intéressante. On voit sur la figure qui accompagne ce mémoire que la soie se présente sous la forme d'un cône dont un segment a été emporté par le rasoir. Ce cône est contenu dans un étui formé de petites cellules exactement appliquées à sa surface par leurs sommets, et reposant par leurs pieds sur une membrane hyaline. La base du cône formé par la soie est en contact avec une cellule très volumineuse beaucoup plus grosse que celles de la gaine et cette cellule n'est autre chose que la cellule mère. On distingue encore un certain nombre de noyaux cellulaires d'une forme différente et situés en dehors de la gaine hyaline. Ces noyaux appartiennent à l'épithélium péritonéal qui tapisse la face interne de tous les organes et s'étend aussi sur les follicules. Les soies des Annélides nous apparaissent ainsi comme des produits de l'activité de certaines cellules ectodermiques qui, au lieu de sécréter une simple cuticule, ont donné naissance à un produit de même nature mais plus spécialisé.

CENTRES NERVEUX

CERVEAU

Je n'ai pas l'intention de décrire à nouveau la disposition du système nerveux des Euniciens. Les recherches d'Ehlers (1), de Spengel (2) et de Pruvot (3) me paraissent si complètes,

(1) Ehlers, *Die Borstenwürmer*, 1868.

(2) Spengel, *Oligognathus Bonelliæ, eine schmarotzende Eunicee* (*Mittheilungen aus der zoologischen station zu neapel*, Bd III, Heft. 1 et 2, 1881).

(3) Pruvot, *Recherches anatomiques et morphologiques sur le système*

qu'il resterait, je crois, peu de détails anatomiques à glaner. J'ai donc négligé complètement ce côté du sujet, pour m'appliquer à l'étude de la structure histologique de cescentres nerveux, sur laquelle les auteurs précédents ne me paraissent pas avoir suffisamment insisté.

Ehlers a donné du cerveau de l'*Eunice Harassii* une description fort juste (voy. pl. XV, fig. 1 du mémoire de cet auteur). Il le compare à un disque à face supérieure découpée par un sillon médian antéro-postérieur et peu profond. A partir de ce sillon, le cerveau est renflé en coussinets arrondis en demi-lune. La face supérieure est immédiatement recouverte par les téguments; l'inférieure regarde vers la cavité du lobe céphalique, qui en bas se trouve fermée par la bande musculaire transversale de la masse œsophagienne. Cette face inférieure est accompagnée d'une membrane sur laquelle est placé un réseau vasculaire à mailles serrées et d'une musculature qui communique en arrière avec la musculature sous-cutanée du corps. Le zoologiste allemand décrit ensuite les relations que le cerveau présente avec les palpes à l'aide de deux sortes de plaques partant du bord antérieur du cerveau et situées immédiatement sous les téguments. Elles suivent la courbure des palpes, tandis que leur face interne qui regarde la cavité du lobe céphalique se trouve creusée en coupe. L'auteur a fort bien vu la disposition générale des différentes parties du cerveau, son noyau de substance ponctuée, ses cellules nerveuses groupées à la face supérieure de l'organe, et les branches du collier œsophagien qui pénètrent dans la substance ponctuée. Il décrit aussi avec soin une couche nucléaire épaisse dans laquelle il n'a pas trouvé de cellules ganglionnaires, et il n'est pas bien certain que cette masse de tissu située entre la couche de substance ponctuée et la cuticule soit de nature nerveuse.

On voit par les lignes précédentes que les points principaux

nerveux des Annélides polychètes (*Archives de zoologie expérimentale*, année 1885, nº 2).

de la forme et de la structure du cerveau des Euniciens ont été bien étudiés par Ehlers; aussi ceux qui l'ont suivi dans la même voie n'ont-ils pas pu ajouter beaucoup aux données du naturaliste allemand. J'ai pensé néanmoins qu'en utilisant les méthodes histologiques actuelles, il serait possible d'apporter quelques notions nouvelles sur la structure intime de ces centres nerveux.

En étudiant les coupes transversales et encore mieux les sections longitudinales de la tête de l'*Eunice torquata* ou de l'*Eunice Harassii*, on est immédiatement frappé par un premier fait sur lequel j'ai déjà attiré l'attention (1) : c'est l'absence de toute membrane limitante à la face supérieure du cerveau; le fait est si vrai, que l'on peut se demander à bon droit si les noyaux que l'on aperçoit à ce niveau appartiennent à des cellules épithéliales ou à des éléments nerveux. Il n'en est pas de même pour la face inférieure du même organe. On distingue, et la chose est surtout bien démonstrative sur les figures 10 et 26 de ce mémoire, une ligne limitante très nette révélant l'existence d'une sorte de basale qui se continue d'une part et en avant, à la base de la couche tégumentaire épithéliale des palpes, et qui se prolonge en arrière, au-dessous de l'organe de la nuque (pl. IV, fig. 26, *mb*), dépasse même le niveau de cet organe, va se continuer avec la limitante de la couche épithéliale du repli céphalique et ensuite avec le reste des téguments. Il résulte de cette disposition une donnée ayant une certaine importance, c'est que le cerveau est situé tout entier dans l'épaisseur de la couche épithéliale des téguments et que sans considérer les faits embryogéniques nous pourrions déjà en conclure qu'il est de nature ectodermique.

Si nous examinons la situation du cerveau sur la même coupe (fig. 10), nous voyons que sa masse principale, c'est-à-dire les deux lobes en forme de coussinet décrits par Ehlers sont situés chacun dans l'épaisseur d'un des gros

(1) Et. Jourdan, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1884.

palpes que je suis plutôt tenté de considérer comme de simples lobes céphaliques que comme des organes sensitifs distincts. Les limites des autres faces du cerveau sont d'ailleurs beaucoup plus mal déterminées; c'est ainsi que de la partie antéro-inférieure de la substance ponctuée du cerveau, on voit sur toutes les coupes une sorte de nerf qui s'en détache et va se distribuer à la base de la couche épithéliale de l'hypoderme des palpes. Je ne sais si ce prolongement mérite bien le nom de nerf; Ehlers a décrit en effet deux sortes de lamelles recourbées dans cette région, et d'ailleurs le fait que le nerf en question se retrouve sur toutes les coupes nous conduirait déjà à supposer que nous nous trouvons en présence d'une expansion du cerveau en forme de lamelle plutôt que d'un filet nerveux. Je crois donc qu'il est difficile d'admettre ici les nerfs des palpes décrits par quelques auteurs (fig. 10, *np*).

Nous venons de voir que le cerveau est bien limité en bas par une membrane d'enveloppe, mais qu'il se prolonge en avant et s'étale en éventail à la base des téguments des palpes. Voyons maintenant s'il est mieux limité en arrière et en haut. Les coupes longitudinales et transversales nous démontrent que le noyau de substance ponctuée échancré en avant comme un cœur de carte à jouer se prolonge en arrière et n'a de limites de ce côté que les nerfs et les commissures qui s'en détachent.

Enfin sur ses faces supérieures et latérales les limites de cet organe sont encore plus difficiles à indiquer et l'on peut même affirmer que ces limites n'existent pas. Au-dessus de la masse centrale de substance ponctuée, on trouve une couche épaisse constituée par des noyaux serrés les uns contre les autres et parmi lesquels on distingue quelques cellules nerveuses plus volumineuses que les autres. Cette couche nucléaire, qui est loin d'avoir partout une épaisseur égale, se prolonge en avant et sur les côtés comme la substance ponctuée elle-même, elle se divise en deux masses principales (fig. 7 et 8). Ces masses sont pénétrées par des prolonge-

ments de la substance du noyau central et elles reçoivent aussi les fibres qui émanent des pieds des cellules épithéliales de l'épiderme. On voit donc que les faces supérieures et latérales du cerveau n'ont pas de membrane d'enveloppe, et que les éléments de cette partie des centres nerveux se mêlent avec ceux de l'hypoderme d'une manière si intime, que les dissections qui ont pour but d'isoler cet organe ne sauraient lui attribuer que des limites purement artificielles. L'étude histologique des différents tissus qui constituent le cerveau va nous convaincre davantage de cette opinion.

Les particularités anatomiques précédentes m'indiquent la marche à suivre dans l'étude histologique du cerveau. J'examinerai successivement l'épiderme, la couche nucléaire et enfin la substance ponctuée.

La couche épithéliale de la région céphalique ne présente rien de particulier. Les cellules à mucus manquent presque complètement, les autres éléments épithéliaux offrent ici encore la forme d'un cône à base insérée sur la cuticule et à sommet se prolongeant au milieu des éléments de la couche nucléaire. C'est à peine si parmi ces cellules plus ou moins transformées en fibre, il est possible de distinguer quelques éléments glandulaires correspondant à des pores bien visibles dans l'épaisseur de la cuticule. Quant aux rapports des prolongements basilaires avec les autres éléments de la couche nucléaire, il est bien évident qu'avant de les exposer, je dois étudier la structure de cette couche.

Couche nucléaire et cellules nerveuses. — Les cellules de la couche nucléaire sont fort petites et tellement serrées les unes contre les autres, qu'il est impossible de se rendre compte de leur forme. Pour acquérir une idée nette de la constitution de cette zone, il faut tenir compte des résultats que fournissent les deux procédés employés en histologie, c'est-à-dire la méthode des coupes et celle des dissociations.

Sur les coupes du segment céphalique, la couche nucléaire apparaît sous la forme d'une zone de noyaux serrés les uns

contre les autres et séparés par des fibrilles affectant une disposition réticulée. Ces fibrilles sont, tantôt régulièrement disposées en réseau, les noyaux occupant les mailles de ce réticulum, tantôt au contraire elles se confondent et constituent des travées plus volumineuses, allant de la couche cellulaire hypodermique au nodule central de la substance ponctuée (fig. 11). Les coupes ne nous fournissent pas de notions plus exactes ; il est impossible de voir quelles sont la forme et la constitution des cellules, de quelle nature sont les fibrilles et même de bien connaître les rapports de ces deux sortes d'éléments. On peut même se demander si le réseau que l'on a sous les yeux est constitué par des sections de membranes cellulaires intimement soudées par un ciment ou bien s'il correspond à des fibrilles très délicates. Les dissociations nous conduisent à des résultats meilleurs. Afin de pouvoir appliquer avec succès cette dernière méthode sur des pièces bien fixées, j'ai mis en usage plusieurs réactifs ; j'ai essayé le bichromate d'ammoniaque avec succès, mais j'ai surtout employé une méthode analogue à celle conseillée par Ranvier pour l'étude de la névroglie. Le segment céphalique détaché du corps de l'animal vivant était fendu suivant un plan longitudinal et vertical et exposé aux vapeurs d'une solution d'acide osmique, il était ensuite plongé dans l'alcool faible pendant quarante-huit heures et enfin après coloration lente dans le picro-carmin dissocié et monté dans la glycérine. On arrive ainsi à isoler un grand nombre de petites cellules que l'on pourrait presque considérer comme tout autant de simples noyaux, si la présence d'un revêtement finement granuleux et coloré en jaune ne révélait l'existence d'une sorte d'écorce protoplasmique correspondant au protoplasma et à la membrane d'enveloppe d'une cellule complète. Quelquefois même cette mince couche semble manquer et son existence ne se révèle que par un ou deux prolongements qui se détachent du pôle de l'élément (fig. 16, *b* et *c*). La plupart de ces cellules sont en effet munies de deux fibrilles très délicates ayant l'aspect d'une simple

expansion protoplasmique comparable, lorsqu'on les examine à un grossissement de quatre ou cinq cents diamètres, à l'aspect que nous offre un fil de toile d'araignée vu à l'œil nu. Ces cellules ne sont pas les seuls éléments de la couche nucléaire; sans doute elles sont de beaucoup les plus nombreuses, mais même là où elles paraissent exister seules, les coupes et les dissociations montrent des cellules qui diffèrent des précédentes par une taille un peu plus grande, par une membrane d'enveloppe, encore douteuse il est vrai, mais qui commence à se révéler, et enfin par un prolongement unique mais plus volumineux (fig. 15 et 16, *a*). On trouve aussi dans la même couche, mais en contact plus immédiat avec la substance ponctuée, et groupées surtout au niveau de la région postérieure et un peu latérale du cerveau, des cellules affectant tous les caractères des éléments nerveux des Invertébrés. Ces cellules sont le plus souvent unipolaires (fig. 14), quelquefois à plusieurs prolongements; il existe toutes les dimensions intermédiaires entre ces gros corpuscules et les plus petits éléments unipolaires. Ces grosses cellules attirent l'attention par leur volume, elles sont piriformes, possèdent un corps protoplasmique dépourvu de granulations colorées, elles ont un noyau sphérique volumineux et elles sont munies d'une membrane d'enveloppe. J'ai eu quelque peine à démontrer cette dernière particularité; mais ce fait anatomique me semble résulter des observations que j'ai pu faire sur certains éléments, et en particulier sur celui que j'ai représenté à l'aide de la chambre claire (fig. 14). On voit qu'il existe en dehors du protoplasma une membrane très délicate, légèrement plissée, et que cette membrane cellulaire se continue sur le filament qui se détache du corps de la cellule. Quelques cellules plus petites que celle que j'ai représentée sont aussi pourvues d'une membrane d'enveloppe reconnaissable à l'aspect plissé et aux contours irréguliers des bords de l'élément. Je n'ai pas trouvé dans le protoplasma de ces cellules, ces stries concentriques au noyau qui ont été signalées par plusieurs auteurs.

Des aspects pouvant faire croire à l'existence de cette particularité se rencontrent quelquefois (fig. 15), mais je crois que ces apparences doivent être interprétées plutôt comme étant dues à des plis de la membrane d'enveloppe qu'à des fibrilles intracellulaires.

En décrivant l'aspect qu'offre la couche nucléaire sur les coupes, j'ai signalé encore un réseau fibrillaire internucléaire qui me reste à étudier. Lorsqu'on examine les coupes du cerveau, surtout celles de la région moyenne, on est frappé par l'existence d'un grand nombre de travées qui vont de la cuticule à la substance ponctuée. Ces travées sont comparables à tout autant de piliers dont les pieds reposeraient sur la substance ponctuée et dont les sommets branchus sembleraient soutenir la cuticule (fig. 11). Les cellules de la couche nucléaire sont disposées entre ces travées. Lorsqu'on examine la même préparation à un plus fort grossissement, on ne tarde pas à se convaincre qu'un grand nombre de ces fibres sont en continuité avec les pieds des cellules de l'épiderme. Ces prolongements basilaires, au lieu de se terminer sur une basale comme c'est le cas pour les téguments du reste du corps, se transforment et se prolongent en autant de fils rigides qui pénètrent dans la couche nucléaire, la traversent et vont se perdre soit à la surface de la substance ponctuée, soit dans son épaisseur. Ces prolongements basilaires se présentent comme des fils rigides à aspect vitreux, à cassure nette ; ils se colorent mal par le carmin, mais ils prennent par l'éosine une belle couleur rouge analogue à celle de la cuticule.

La couche nucléaire renferme encore d'autres fibrilles ayant une tout autre origine. J'ai dit tantôt que les noyaux de cette zone possédaient souvent deux, quelquefois un seul prolongement, et j'ai aussi décrit de grandes cellules nerveuses munies d'un seul prolongement. Il est fort difficile de distinguer ces fibrilles des prolongements basilaires des cellules hypodermiques. Sans doute sur les dissociations elles sont moins raides, elles sont quelquefois tortueuses, elles sont aussi plus délicates et plus fragiles; mais il existe des cas et, ils

sont nombreux, où à l'aspect seul de la fibrille il serait impossible de deviner son origine. Toutes ces fibrilles, qu'elles émanent des cellules épithéliales ou des éléments de la couche nucléaire, forment les travées de cette couche. Nous voyons donc qu'il ne faut pas considérer ces travées comme les coupes des membranes d'enveloppe des cellules, mais comme le trajet des fibres émanant de ces cellules.

Substance ponctuée. — La substance ponctuée des Vers et celle des Invertébrés en général a donné lieu à des interprétations variées et à des discussions nombreuses qui n'ont pas encore bien établi sa nature. Ces divergences s'expliquent par les difficultés particulières à l'étude de cette question et aussi par les résultats divers et en quelque sorte contradictoires que l'on obtient suivant que l'on emploie telle ou telle méthode. Je crois inutile d'analyser ici ces opinions, je ne pense pas que nous possédions déjà des observations suffisamment nombreuses pour pouvoir donner une sorte de schéma de la structure de la substance ponctuée; des méthodes nouvelles, ou des pièces présentant une structure plus facile à débrouiller, risqueraient de renverser nos conceptions prématurées. Je me contenterai d'exposer ce que j'ai observé chez les Annélides qui font l'objet de ce mémoire; elles appartiennent d'ailleurs au groupe des Invertébrés les plus mal connus à cet égard.

Les rapports que le noyau central de substance ponctuée du cerveau affecte avec les éléments que je viens de décrire diffèrent suivant la région que l'on examine. Dans la partie antérieure du cerveau, là où les noyaux de la couche nucléaire existent seuls, et où l'on ne constate pas l'existence des grandes cellules nerveuses, il semble quelquefois que les prolongements basilaires des cellules hypodermiques et des éléments de la couche nucléaire rampent à la surface de la substance ponctuée sans y pénétrer. Plus en arrière il n'est pas douteux que la substance ponctuée et les cellules qui la surmontent, affectent entre elles les rapports les plus intimes.

Ces deux couches sont soudées et les prolongements des cellules nerveuses ainsi que ceux qui émanent des cellules épithéliales de l'hypoderme pénètrent dans la substance ponctuée (fig. 12). Ces prolongements s'enfoncent dans ce noyau central; on peut les suivre quelque temps, mais on ne tarde pas à les perdre, parce qu'ils sont loin d'avoir un trajet rectiligne et que l'on ne peut espérer rencontrer une coupe exactement parallèle à l'un d'entre eux sur une certaine longueur. Un fait absolument certain résulte cependant de l'examen de cette zone limite entre la substance ponctuée et la couche des cellules nerveuses, c'est que les prolongements de ces cellules y pénètrent et vont contribuer à former sa masse.

Si nous examinons maintenant la substance elle-même et non plus ses limites, nous pourrons constater d'abord que dans le genre Eunice cette substance est complètement dépourvue de vaisseaux, tandis que dans un genre voisin, chez *Marphysa sanguinea*, on est frappé par la présence de vaisseaux fort nombreux (fig. 18). L'aspect et la structure apparente de cette substance varient dans des limites assez grandes suivant que l'on a employé comme réactif fixateur l'acide osmique en solution assez forte à 1 pour 100 ou quelque autre réactif. Avec l'acide osmique employé comme je viens de l'indiquer, la substance ponctuée apparaît comme une masse uniformément granuleuse, dans laquelle les réactifs colorants n'arrivent pas à démontrer l'existence de fibrilles différentes des autres. Les dissociations faites sur des pièces fixées par ce réactif font voir qu'elle est presque uniquement constituée par des fibrilles entre lesquelles il est impossible d'établir une distinction. Ces fibrilles sont contournées, repliées sur elles-mêmes, elles s'enchevêtrent tellement qu'elles forment un lacis absolument inextricable, dont les vides sont encore comblés par une certaine quantité de substance protoplasmique interfibrillaire qui apparaît sous forme de grains accolés aux fibrilles. Si les pièces ont été traitées par les vapeurs d'acide osmique et l'alcool au tiers, on arrive plus

facilement à rompre la substance ponctuée en petits blocs dont on peut étudier la structure en examinant les bords. En mettant ainsi à profit les cas favorables, on reconnaît que la substance ponctuée est formée de fibrilles excessivement fines, à calibre égal, ne présentant pas cette striation fibrillaire qui indique qu'elles peuvent se décomposer en éléments plus délicats (fig. 13). Ces fibrilles se colorent mal par le picro-carmin, elles résistent aussi à la plupart des autres solutions carminées. Entre elles, on peut constater l'existence d'une substance protoplasmique granuleuse disposée le long des fibrilles et les accompagnant lorsqu'on les isole de la masse de la substance ponctuée.

Les pièces fixées au bichromate d'ammoniaque ou au sublimé corrosif suivant l'une des formules de Lang offrent sur les coupes un tout autre aspect. Si l'on colore ces coupes à l'aide d'une solution d'éosine, on remarque que la substance ponctuée est composée d'une substance fondamentale granuleuse, colorée en rose pâle et d'un certain nombre de fibrilles fortement colorées en rouge vif et ayant tout à fait l'aspect de celles que l'on obtient dans les dissociations.

Des observations dont je viens d'exposer les résultats on peut conclure que la substance ponctuée est composée de fibrilles très délicates, homogènes, ayant tout à fait l'aspect de celles que l'on rencontre dans les nerfs périphériques; ces fibres sont disposées en un réseau tellement inextricable, qu'elles rendent la substance ponctuée impossible à dissocier. On constate en outre que les mailles de ce réseau si délicat et si serré sont occupées par un protoplasma interfibrillaire fort peu abondant, mais suffisant pour transformer le noyau central du cerveau en une masse homogène.

Je n'essayerai pas, ainsi que je l'ai dit tantôt, de comparer la structure de la substance ponctuée du cerveau des Eunicions avec celle des ganglions cérébroïdes des autres Invertébrés ni à assimiler cette substance à des tissus homologues des centres encéphaliques des Vertébrés. Je ne crois pas que l'on puisse se baser sur un cas particulier pour établir des

comparaisons semblables. Il est un point cependant de la structure de cette partie des centres nerveux sur laquelle je me permettrai de revenir.

En décrivant la couche connue depuis Ehlers sous le nom de couche nucléaire, on a pu voir que, si j'avais attribué sans hésitation le nom de cellules nerveuses aux gros éléments unipolaires munis d'une masse protoplasmique volumineuse et d'une membrane d'enveloppe, j'avais au contraire laissé dans le doute l'interprétation physiologique qu'il était possible de donner des éléments beaucoup plus petits, réduits presque à des noyaux et qui forment en majeure partie la couche nucléaire. Ces éléments par leur constitution et leur aspect s'éloignent tellement des cellules nerveuses telles que nous sommes habitués à les rencontrer chez les Vertébrés et même chez les Invertébrés, qu'une appellation semblable me paraîtrait bien risquée. Comment faut-il donc considérer ces éléments et quelle est leur nature? La comparaison que j'ai déjà faite entre eux et les noyaux de la couche nucléaire du cervelet exprime bien mon opinion à ce sujet. Je les considère comme des cellules arrêtées dans le cours de leur évolution, comme un reste des éléments ectodermiques de l'embryon n'ayant pas subi une différenciation complète, en un mot comme des cellules nerveuses embryonnaires. Les états intermédiaires que nous rencontrons entre ces noyaux et les vraies cellules nerveuses semblent justifier cette interprétation, qui me paraît la seule raisonnable.

CORDON NERVEUX VENTRAL

Les considérations dans lesquelles je viens d'entrer à propos du cerveau me permettront d'être ici plus bref. La chaîne ganglionnaire se compose d'un cordon de fibres nerveuses ou de plusieurs faisceaux tellement confondus, qu'il est de toute impossibilité de les distinguer sur les coupes. Ce cordon est entouré de cellules nerveuses qui lui forment une couche plus épaisse au niveau du centre des zoonites. Il n'existe

donc pas des ganglions bien délimités, la couche cellulaire peut être plus ou moins épaisse, mais elle est ininterrompue.

Ces cellules nerveuses ne présentent aucune particularité histologique intéressante. Elles sont semblables aux cellules d'un volume moyen que j'ai déjà examinées à propos du cerveau.

Au-dessous de la masse centrale des fibres nerveuses, au niveau de l'étui des cellules nerveuses et dans l'épaisseur même de cette couche (fig. 17), on trouve, sur toutes les coupes, et quelle que soit la région du corps de l'animal où elles sont pratiquées, un espace hyalin, sans structure, qui correspond à la section de ce que quelques auteurs ont appelé une fibre nerveuse géante. Le contenu de ce prétendu tube nerveux est tout à fait transparent, il ne renferme rien qu'il soit possible d'assimiler à des fibrilles nerveuses ou à des cylindres-axes dissociés. Il est donc impossible de considérer cet élément anatomique comme un tube nerveux colossal dont le protoplasma très abondant protégerait des fibrilles de cylindre-axe. Je crois même qu'il est permis de refuser des fonctions nerveuses à cette formation. La fibre nerveuse géante est pour moi un organe de soutien du système nerveux ventral, et l'étude de son développement pourra seule permettre d'arriver à une connaissance certaine de sa nature et de ses fonctions probables.

La chaîne nerveuse est renfermée dans plusieurs gaines. Parmi elles et l'emportant sur toutes les autres par son développement on note d'abord une masse pigmentaire accumulée surtout au-dessus du cordon nerveux (fig. 17, *gp*). Au-dessous, la même gaine existe également; mais les grains de pigment qui en font partie sont beaucoup moins abondants, de telle sorte que la gaine peut à ce niveau passer inaperçue. Il est facile de constater que cette masse pigmentaire est logée dans un réseau de cellules à prolongements ramifiés et anastomosés, souvent masquées par l'abondance du pigment mais bien visibles sur les autres points. Ces cellules présentent des caractères qui permettent de

les assimiler aux cellules plasmatiques du tissu conjonctif des Vertébrés. Il faut considérer la gaine pigmentaire comme étant formée de cellules du tissu conjonctif chargées de granulations pigmentaires. J'assimilerai donc cette première enveloppe à une gaine conjonctive. Au-dessus de la gaine pigmentaire et formant un étui beaucoup plus mince on trouve sur toutes les sections la coupe d'une gaine hyaline, homogène, ayant un aspect cuticulaire. Cet étui solide se continue à la fois avec la basale de l'hypoderme et avec les lamelles conjonctives qui soutiennent les faisceaux musculaires longitudinaux des parois du corps. Il est homologue à la couche que Vignal appelle chez le Lombric névrilème anhiste (1). Je crois avec lui que cette gaine est de nature cuticulaire et le fait qu'elle est en rapport avec la basale me confirme dans cette interprétation. La gaine musculaire du Lombric manque chez les espèces qui font l'objet de ce mémoire.

NERFS PÉRIPHÉRIQUES

Ce que j'ai dit dans le chapitre précédent au sujet des connectifs du système nerveux ventral me permettra de passer plus rapidement sur la structure histologique des nerfs périphériques.

Mes observations sur les nerfs des Euniciens ne m'ont pas conduit à des résultats généraux bien intéressants. Elles tendent seulement à démontrer le peu d'individualité de la fibre nerveuse. Chaque nerf est constitué par des fibrilles très fines à trajet onduleux, anastomosées avec leurs voisines. Ces fibrilles sont difficiles à séparer et lorsqu'on pratique la dissociation d'un filet nerveux, elles ne paraissent pas groupées en fibres distinctes. La fibre nerveuse élémentaire me paraît être celle qui traverse la substance ponctuée du cerveau ou des ganglions. Ces fibrilles en sortant de cette substance ponc-

(1) H. Vignal, *Recherches histologiques sur le système nerveux de quelques Invertébrés* (*Archives de zoologie expérimentale*).

tuée s'associent en faisceaux en se confondant les unes avec les autres, et elles arrivent en se fusionnant de plus en plus à former un faisceau plus volumineux, qui n'est autre chose qu'un nerf. Je serai donc porté à croire que l'homologue de la fibre nerveuse telle qu'on a l'habitude de la comprendre chez les Vertébrés n'existe pas chez les Annélides polychètes du genre Eunice. Pour moi, les éléments de communication nerveuse de ces vers seraient comparables aux fibrilles du cylindre-axe des Vertébrés et non pas à ce cylindre-axe lui-même. Je laisse de côté les réflexions que cette idée pourrait m'entraîner à exposer. Je crois qu'ici encore il faut attendre que des observations nouvelles en permettant d'étendre ces conclusions à d'autres types viennent donner à mes recherches une confirmation et un appui.

SYSTÈME NERVEUX VENTRAL DE L'EXTRÉMITÉ POSTÉRIEURE EN VOIE DE RÉGÉNÉRATION

Les Euniciens en général et surtout ceux qui font l'objet de cette note sont remarquables par la facilité avec laquelle ils se rompent. Les individus entiers sont rares, presque tous sont réduits à un tronçon antérieur et ainsi dépourvus de la partie postérieure de leur corps. Cette fragilité, commune d'ailleurs à bien d'autres Vers, explique le nombre relativement assez considérable des individus incomplets. Parmi ces derniers on en rencontre quelquefois qui sont en voie de réparation : l'extrémité postérieure, au lieu d'être brusquement tronquée, se prolonge alors sous la forme d'un cône portant à son sommet les appendices caudaux des individus complets. La partie régénérée est tantôt fort courte, et ne dépassant pas 2 ou 3 millimètres ; d'autres fois, au contraire, elle est assez longue, atteint plusieurs centimètres et se distingue cependant de la partie antérieure plus vieille par son diamètre plus faible et par ses segments plus rapprochés. Il existe toujours au point de soudure du tronçon ancien et du tronçon nouveau une limite facile à distinguer.

J'espérai d'abord qu'il me serait possible de faire une étude organogénique et histologique complète de ces phénomènes de réparation toujours si curieux; mais je n'ai pas tardé à reconnaître que ces recherches n'étaient réalisables que sur des animaux faciles à conserver en captivité et sur lesquels il serait possible en pratiquant des sections à différents niveaux d'étudier les premiers processus de réintégration. Je ne pouvais m'attendre à rencontrer ces différents stades dans les hasards des pêches même très fréquentes. Les premiers phénomènes surtout qui étaient aussi les plus intéressants m'échappaient nécessairement, aussi ai-je dû renoncer à mes projets à ce sujet. J'ai donc borné mes recherches sur ce point à quelques observations anatomiques sur les différents systèmes organiques des segments régénérés. Je reconnais volontiers que mes observations sont incomplètes et je souhaite que quelque observateur plus heureux puisse faire, soit sur les Euniciens, soit sur d'autres espèces, des recherches plus approfondies. Il serait en effet fort curieux de comparer le mode d'apparition des organes chez la larve avec leur développement dans les nouveaux segments. Il faudrait aussi rechercher, en amputant à différents individus de la même espèce des longueurs différentes de l'extrémité postérieure de leur corps, et en les plaçant dans des conditions semblables, quels sont ceux qui sont capables de réparation; de voir en un mot si cette faculté de régénération est indéfinie ou bien si elle s'arrête à un niveau bien déterminé.

Les tronçons régénérés que j'ai eus à ma disposition mesuraient de 6 à 12 millimètres. Ils appartenaient les uns à l'*Eunice torquata*, les autres à l'*Eunice Harassii*. J'ai employé dans ces observations les méthodes et les réactifs que j'avais mis en usage pour les tissus adultes. J'ai traité quelques-unes de mes pièces par l'acide osmique à 0,50 pour 100 et les autres par le bichlorure de mercure sous forme de liqueur de Lang. Je débitais ensuite mes pièces ainsi fixées en coupes successives longitudinales ou transversales.

Lorsqu'on examine des séries de coupes transversales, on

remarque sans peine qu'en s'éloignant du point de soudure du tronçon ancien avec le nouveau et en examinant la structure des segments de plus en plus jeunes, les organes deviennent moins distincts et les tissus prennent les caractères des cellules embryonnaires non encore différenciées. Enfin tout à fait à l'extrémité on ne distingue plus sur les coupes transversales que l'épithélium des parois du tube digestif et l'épiderme des parois du corps montrant dans une région qui correspond à la face ventrale de l'individu, la coupe d'un cordon nerveux ventral embryonnaire. En remontant la série des coupes, c'est-à-dire en étudiant des segments de plus en plus âgés, on ne tarde pas à trouver les premiers rudiments du vaisseau ventral et des deux vaisseaux dorsaux, tous d'un calibre beaucoup plus fort que dans les anneaux adultes. Les premières soies ne tardent pas à apparaître chacune sous la forme d'un petit cône hyalin, reposant par sa base sur une cellule mère aussi grosse que lui. Les fibres musculaires qui servent à mouvoir ces faisceaux de soies se montrent en même temps sous l'aspect de petites cellules fusiformes allant de la base du follicule de la soie aux parois du corps. Les organes segmentaires, les organes pigmentaires latéraux, les glandes pédieuses ne sont représentés que par de simples accumulations de noyaux.

Les coupes longitudinales offrent encore plus d'intérêt. Celles qui sont sécantes, c'est-à-dire qui ne passent pas par le plan médian, montrent les coupes d'une série de cloisons rudimentaires tapissées sur leurs deux faces par des cellules sphériques. Enfin tout à fait à l'extrémité postérieure, au point où les cellules épidermiques de l'hypoderme et les éléments épithéliaux de l'intestin sont en contact et où la prolifération cellulaire est la plus active, on remarque une sorte de bourrelet anal dont les éléments épithéliaux se présentent avec des aspects différents suivant le réactif fixateur qui a été mis en usage. En employant la liqueur de Lang, ce renflement apparaît comme une accumulation de cellules sphériques, à contenu hyalin et à noyau disposé contre les parois de la cellule

(fig. 5, *ce*). Les limites de ces cellules sont difficiles à déterminer, et, si l'on n'était pas habitué aux nombreuses modifications et variétés d'aspect que les tissus épithéliaux peuvent présenter chez les Annélides, on aurait de la peine à faire rentrer cette formation dans ce groupe d'éléments anatomiques. Les cellules du bourrelet anal sont, dans ce cas, assez semblables à celles du tissu de la corde dorsale des embryons de Vertébrés. Les coupes des pièces traitées par les solutions d'acide osmique montrent la même formation sous un autre aspect : le protoplasma de ces cellules n'est plus gonflé par les réactifs, elles sont aussi légèrement colorées en gris, les cellules ont des dimensions moindres et leurs limites sont difficiles à distinguer; le bourrelet anal apparaît alors comme un simple épaississement des couches cellulaires des parois du corps et de l'intestin sans caractère particulier. Je me suis appliqué à trouver dans cet amas épithélial des noyaux en segmentation et je m'attendais à rencontrer un certain nombre de figures karyokinétiques. Mais même avec l'emploi des plus forts objectifs à immersion ($\frac{1}{20}$ immersion homogène de Reichert), il m'a été impossible de voir un seul élément sous cet aspect; j'ai pu cependant apercevoir quelques noyaux présentant les uns une incisure latérale, les autres encore renfermés dans la même enveloppe, mais cependant divisés en deux éléments nouveaux. Il est donc certain qu'une prolifération cellulaire active a lieu à ce niveau, mais on doit aussi admettre ou bien que cette prolifération se fait sans karyokinèse ou que l'acide osmique n'est pas suffisant pour conserver ces figures.

Je me suis un peu écarté dans les lignes précédentes du but que je poursuivais, c'est-à-dire l'étude du tronc nerveux ventral dans les segments régénérés. D'abord existe-t-il au point de soudure des segments jeunes et anciens une limite nette? J'ai cru primitivement que cette distinction existait et que le tronc nerveux ventral de nouvelle formation était dépourvu de la gaine de pigment, mais des observations nouvelles m'ont montré que la distinction n'était pas aussi nette et aussi

absolue, et que, si le pigment était, il est vrai, moins abondant, il n'en existait pas moins des indications fort nettes. Il en est de même pour l'organe de soutien connu sous le nom de tube nerveux géant ou de canal nerveux. Cet élément se prolonge jusqu'à l'extrémité anale, et ce n'est que dans les dernières coupes transversales qu'il manque complètement. Nous voyons donc qu'il n'existe pas de différences fondamentales entre le système nerveux ventral des nouveaux segments et celui des anciens. L'étude des coupes transversales et longitudinales de l'extrémité anale nouvellement formée offre cependant un certain intérêt. Si l'on examine une coupe transversale de ce système nerveux (fig. 5, *nv*) ou bien une coupe longitudinale passant toutes deux près de l'extrémité, on sera frappé (fig. 6, *nv*) par un certain nombre de particularités et l'on pourra étudier le mode de formation de cette partie nouvelle du système nerveux. On remarque d'abord que la chaîne nerveuse se compose d'un cordon de fibrilles nerveuses et d'une couche de cellules disposées pour la plupart entre l'épithélium ectodermique et la couche fibrillaire. Les différentes gaines bien distinctes ailleurs manquent ici complètement et il sera facile de voir, en examinant les figures 5 et 6 de ce mémoire, que les pieds des cellules de l'hypoderme s'insinuent au milieu des cellules nerveuses et pénètrent même dans le cordon des fibres nerveuses ; il existe donc ici un état analogue à celui que j'ai décrit plus haut à propos des rapports du cerveau avec l'hypoderme (fig. 6). Sur les coupes qui passent exactement par l'extrémité du corps, on voit sans peine que les fibrilles basilaires des cellules de l'épiderme se mêlent si intimement avec les cellules du cordon nerveux qu'elles semblent être en continuité. Une première conclusion qu'il est permis de tirer de ces observations, c'est que le système nerveux ventral et l'épithélium des parois du corps affectent ici des rapports beaucoup plus intimes que dans les segments plus âgés. Ce fait nous conduit nécessairement à rechercher l'origine de ce système nerveux de nouvelle formation. Les cellules nerveuses doivent provenir de la proli-

fération des éléments épithéliaux de l'épiderme; leur situation, leurs caractères, leur mélange intime avec les cellules de la base de l'épithélium ectodermique ne laissent aucun doute à cet égard. On doit donc admettre qu'ici comme chez l'embryon les éléments cellulaires du système nerveux dérivent de l'épithélium ectodermique; ou mieux, dans le cas particulier qui nous occupe, que ces deux groupes de cellules ont une origine commune qui est le renflement épithélial que j'ai désigné sous le nom de bourrelet anal. Les fibres nerveuses ont sans doute la même origine, mais elle est plus difficile à démontrer. Sur les coupes transversales, même sur celles qui passent tout à fait près de l'extrémité anale, on rencontre encore la section des fibres nerveuses du cordon ventral représentées simplement par une tache granuleuse (fig. 5). Sur les coupes longitudinales on voit que les fibres nerveuses du cordon arrivées à l'extrémité postérieure du corps pénètrent les unes dans l'appendice caudal, tandis que les autres se dissocient et vont se mettre en rapport avec les pieds des cellules qui bordent l'extrémité postérieure du corps. Je crois donc que les fibres nerveuses du cordon proviennent de l'agrégation des prolongements basilaires des cellules de l'épithélium des parois du corps. Leur origine est donc la même que celle des cellules nerveuses.

Il me reste encore à rechercher le mode de formation du tube nerveux géant. J'avoue qu'ici mes documents sont bien insuffisants. Sur les coupes transversales on voit que près de l'extrémité anale, le canal nerveux, qui avait conservé jusqu'alors des dimensions proportionnées au volume de la chaîne nerveuse, disparaît brusquement, et l'on ne trouve sur les coupes aucune formation cellulaire qui puisse expliquer son mode d'apparition. Sur les coupes longitudinales le canal nerveux semble avoir un calibre irrégulier, il offre des étranglements qui réduisent considérablement son calibre. Il finit par paraître formé de lobes séparés et distincts, mais il n'est pas sûr que dans ce cas cet aspect ne soit pas dû à une coupe ne passant pas exactement par l'axe de la fibre,

de telle sorte qu'il n'est pas permis de conclure avec certitude de cette observation.

L'étude de nos coupes est encore intéressante pour arriver à acquérir une idée nette de la nature et de l'origine de la gaine pigmentaire. Sur les individus adultes on ne peut que difficilement conclure à la présence de cellules conjonctives. Cette observation est beaucoup plus aisée lorsqu'on examine les premiers rudiments de cette gaine dans les segments régénérés (fig. 6, *gl*). On constate alors sans peine que l'enveloppe en question est formée de longues cellules fusiformes fortement chargées de pigment, dont quelques-unes sont appliquées à la face supérieure du cordon nerveux. On peut donc admettre que la gaine pigmentaire de l'adulte n'est autre chose qu'une accumulation de cellules du tissu conjonctif.

APPAREILS SENSITIFS

ANTENNES

Les rapports intimes que ces appendices céphaliques présentent avec le cerveau permettent de les considérer comme des appareils tactiles par excellence. Cette situation m'a engagé à faire des antennes une étude attentive qui puisse servir de type pour les formations qui existent chez des genres voisins.

J'ai employé dans ces recherches deux réactifs fixateurs, qui m'ont donné également de bons résultats : l'acide osmique en solution à 0,50 pour 100 et le bichromate d'ammoniaque à 2 pour 100. Le premier de ces agents m'a donné les meilleures préparations, et c'est toujours par lui que j'ai traité les pièces que je destinais à des coupes. Le second m'a rendu de grands services pour les dissociations ; j'ai pu après plusieurs mois et même après plus d'un an isoler, grâce à lui, des éléments en parfait état de conservation. Ce réactif fixe d'ailleurs

très bien tous les éléments épithéliaux de l'hypoderme des Annélides, il fait subir aux tissus un commencement de dissociation qui permet de distinguer sans peine les limites des cellules. Les coupes longitudinales sont de beaucoup les plus instructives; elles permettent d'apprécier à la fois la structure générale de l'antenne et les modifications qu'elle présente suivant que l'on examine son extrémité ou sa base. Les coupes transversales sont beaucoup plus faciles, mais elles sont loin d'être aussi intéressantes. Sans doute les mêmes éléments s'y rencontrent et il est possible, en tenant compte du niveau auquel la section est effectuée, d'apprécier les modifications de structure de l'organe, mais certains aspects sont impossibles à comprendre sur ces coupes.

J'ai étudié les antennes des *Eunice torquata* et *Harassii*, et j'ai également examiné quelques coupes de celles du *Marphysa sanguinea;* sans doute, je n'ai pas fait de ces dernières une étude aussi attentive, mais j'ai pu me convaincre qu'il n'existait, entre les appendices céphaliques de ces différentes espèces, que des différences de détail tout à fait secondaires. Je prendrai pour type de ma description les antennes de l'*Eunice torquata*, j'indiquerai ensuite les particularités que présentent ces appendices chez les autres espèces.

Ainsi qu'on le sait, les antennes de l'*Eunice torquata* sont implantées au nombre de cinq sur le lobe céphalique, elles présentent des étranglements réguliers et ont un aspect nettement moniliforme. On ne distingue à leur surface rien qui puisse passer pour des mamelons tactiles. Leurs mouvements sont très limités et semblent liés aux mouvements généraux de l'animal. Les coupes transversales présentent nécessairement des aspects différents suivant qu'elles passent au niveau des renflements ou au niveau des étranglements (fig. 19). La structure générale est cependant toujours la même, et ces coupes sont suffisantes pour acquérir une idée générale de la structure de ces antennes. On voit qu'elles sont formées essentiellement d'un nerf situé au centre, dans l'axe de l'organe, d'une couche de cellules lui constituant une

véritable gaine et enfin d'une cuticule beaucoup plus mince que celle du reste du corps. Le nerf se présente comme un amas granuleux renfermant quelques noyaux. Les granulations correspondent aux coupes des fibres nerveuses et les noyaux à quelques cellules nerveuses qui sont dispersées dans l'épaisseur du nerf. L'épaisseur de la couche cellulaire qui entoure le nerf varie suivant que la coupe passe par un étranglement ou par un renflement; dans le premier cas les cellules sont disposées suivant une seule assise placée immédiatement au-dessous de la cuticule, elles sont en rapport étroit avec le nerf, dans le second cas il existe, entre cette couche de cellules et le nerf, une assise beaucoup plus épaisse; ces cellules semblent former alors une gaine continue d'une grande épaisseur. La cuticule présente enfin quelques particularités que nous allons retrouver sur les coupes longitudinales.

Les coupes longitudinales m'ont permis de pénétrer davantage dans la structure intime de ces organes; ce sont elles que j'ai surtout étudiées. Les sections qui passent exactement par l'axe de l'antenne laissent voir aisément un gros nerf allant de la base à l'extrémité de l'antenne; ce nerf est semblable à ceux des autres organes, les fibrilles qui le parcourent ont également un trajet onduleux. Tout autour du nerf existe une assise mal limitée à sa périphérie et formée de fibrilles dissociées et entrelacées dans toutes les directions. Dans l'épaisseur de cette couche on trouve un grand nombre de cellules isolées ou réunies en groupes (fig. 20, *cn*). Enfin immédiatement au-dessous de la cuticule on voit des cellules disposées avec régularité les unes à côté des autres et constituant une assise bien continue. La cuticule offre des bords légèrement onduleux, elle est, ainsi que je l'ai déjà dit, relativement fort mince, enfin elle présente de distance en distance des dépressions en entonnoir dans lesquelles on aperçoit des cils rigides courts et très fins (fig. 20, *ct*). Ces groupes de cils sont fréquents sur quelques antennes, tandis que sur les autres ils manquent ou sont très rares; peut-être existe-t-il une relation entre la richesse d'une antenne en cils

tactiles et sa situation sur le segment céphalique; enfin, je dois dire qu'on les rencontre surtout chez le *Marphysa sanguinea*. Les cellules placées immédiatement sous la cuticule correspondent à la couche cellulaire dite hypoderme; les éléments épithéliaux qui la constituent sont de plusieurs sortes; la plupart sont de simples cellules cylindriques ou plutôt coniques sans signification spéciale, elles rappellent par leur disposition et leur forme les cellules qui tapissent le canal de l'épendyme des Vertébrés; elles ont un protoplasma hyalin ou légèrement granuleux et un gros noyau ovoïde. Leurs limites sont difficiles à déterminer et nos observations nous portent à croire qu'elles sont dépourvues d'une membrane d'enveloppe. Parmi ces éléments qui sont de beaucoup les plus nombreux, on en distingue d'autres auxquels leur forme peut à bon droit faire attribuer le nom de bâtonnet. Ceux-ci sont plus minces; leur contenu homogène est fortement coloré par l'acide osmique, leur noyau plus petit semble manquer quelquefois, je dois dire aussi qu'il existe des formes intermédiaires entre les cellules épithéliales ordinaires et les bâtonnets. Enfin, au niveau des points où les touffes de cils sont implantées, on trouve des filaments particuliers encore plus minces que les bâtonnets et qui sont comparables à des fibres nerveuses; ces fibrilles sont groupées en faisceaux, et je ne doute pas qu'elles ne remplissent des fonctions plus spécialement sensitives.

Ces éléments épidermiques de type si divers sont tous munis de prolongements basilaires qui viennent se mettre en rapport avec les groupes de petites cellules dont j'ai déjà signalé l'existence. La nature, la forme de ces cellules, leurs rapports sont difficiles à distinguer sur les coupes. On voit bien des faisceaux de filaments basilaires y pénétrer et des fibrilles en sortir pour aller contribuer à la constitution du filet nerveux, mais il est impossible de dire si les noyaux que l'on aperçoit sont situés entre les fibrilles ou sur leur trajet. Il faut avoir recours aux dissociations.

J'ai pratiqué mes meilleures dissociations sur des pièces

ayant séjourné plusieurs mois dans le bichromate d'ammoniaque à 2 pour 100. Après un séjour aussi prolongé dans ce réactif, les cellules se laissent facilement isoler; quelques-unes ont subi, il est vrai, quelques altérations, mais il est facile, en les comparant aux éléments contenus dans les coupes et fixés à l'acide osmique, d'apprécier ces modifications et d'en tenir compte dans l'interprétation définitive. Lorsqu'on examine les éléments d'une antenne dissociés dans la glycérine renfermant une faible quantité d'éosine hématoxylique, on rencontre un grand nombre de cellules que leur forme cylindro-conique permet de rattacher à l'épithélium hypodermique (fig. 21, 22, 23). Ces cellules sont munies d'un prolongement basilaire fort long et qui finit par devenir une véritable fibrille. Quelquefois ces cellules restent soudées par petits groupes, que l'on pourrait prendre pour tout autant d'éléments unicellulaires munis de plusieurs prolongements; dans ce cas la présence de plusieurs noyaux dissipe tous les doutes et démontre l'existence de plus d'une cellule. Ces cellules épithéliales présentent à leur extrémité périphérique une sorte de plateau irrégulièrement strié dans le sens du grand axe de la cellule. Ces stries ne sont pas visibles sur les coupes. Sur les pièces traitées par l'acide osmique, les plateaux seuls apparaissent et donnent à la face interne de la cuticule un aspect particulier (fig. 20).

On trouve aussi dans ces dissociations un certain nombre de cellules très petites, réduites presque à un noyau entouré d'une mince couche de protoplasma. Ces cellules sont dépourvues de membrane d'enveloppe, mais elles possèdent deux prolongements qui émanent de leur écorce de protoplasma et qui ne tardent pas à se transformer en fibres (fig. 25). Ces éléments appartiennent à ces petits groupes cellulaires que j'ai signalés plus haut entre l'hypoderme et le nerf. Enfin les dissociations sont surtout importantes parce qu'elles démontrent les rapports exacts des deux sortes d'éléments. En examinant une préparation faite d'après la méthode que je viens d'indiquer, on rencontre assez sou-

vent des groupes de cellules épithéliales dont les prolongements basilaires sont en rapport direct avec les petites cellules que je viens de décrire (fig. 24). On doit donc admettre que les prolongements basilaires des cellules épidermiques, des bâtonnets et des fibrilles sont en rapport avec des cellules spéciales avant d'arriver au nerf. Quel nom faut-il donner à ces petites cellules? J'ai déjà exprimé mon opinion à ce sujet dans une note insérée dans les Comptes rendus des séances de l'Académie, nº du 19 juillet 1886. Je ne puis mieux conclure qu'en rappelant ici ce que je disais à la fin de cette note : « Quelle valeur est-il possible d'attribuer à ces éléments? Beaucoup d'histologistes les considéreront peut-être difficilement comme des cellules nerveuses. Un certain nombre de faits m'engagent cependant à admettre cette interprétation. Je ferai remarquer d'abord qu'il existe entre ces éléments et ceux de la couche nucléaire du cerveau du même Ver une identité complète; il est donc bien difficile de ne pas regarder les uns et les autres comme étant de même nature. On trouve aussi chez quelques Invertébrés, et en particulier chez les Cœlentérés, et dans une situation analogue, des cellules aussi peu différenciées et qui néanmoins sont considérées comme nerveuses. Enfin les Vertébrés nous offriraient soit pendant l'évolution embryonnaire de leurs centres nerveux, soit chez les individus adultes, des cellules nerveuses réduites aussi à des grains nucléaires entourés d'une faible écorce de protoplasma. Je citerai à ce sujet les cellules nerveuses bipolaires de la rétine et les éléments de la couche nucléaire du cervelet comme me paraissant semblables à ceux que je viens de décrire. Quoi qu'il en soit, ces petits groupes cellulaires se comportent comme tout autant de ganglions; on voit les pieds des cellules épithéliales y pénétrer et s'y perdre, et les fibrilles nerveuses en sortir pour se continuer ensuite avec les éléments constitutifs du filet nerveux.

« Je n'insisterai pas sur la structure du nerf, elle n'offre aucune particularité intéressante; mais il est une observation qui se présentera à l'esprit de bien des anatomistes et à

laquelle je me permettrai de répondre. En lisant la description précédente on pourrait croire que j'admets que tous les éléments de l'épiderme sont susceptibles de percevoir et de transmettre des impressions sensitives et que toutes les cellules de la zone sous-jacente sont nerveuses; en un mot, l'antenne serait ainsi un simple prolongement du cerveau. Je crois que si l'on considère le côté purement anatomique de la question, et c'est là le seul que je puisse envisager, on doit admettre que les bâtonnets et les faisceaux fibrillaires de la couche épithéliale sont plus spécialement sensitifs, les autres éléments jouant le rôle de cellules de protection et de soutien; malheureusement une distinction semblable est difficile à établir parmi les cellules de la couche sous-jacente; je ne crois pas, en effet, que les caractères des éléments vraiment nerveux et de ceux qui jouent le rôle d'élément de soutien ou névrogliques, déjà si mal établis chez les Vertébrés, soient plus nets chez les Vers; aussi n'est-il pas douteux pour moi que les éléments constitutifs des antennes doivent être en grande partie assimilables plutôt à des cellules et à des fibres névrogliques qu'à des cellules et à des fibres nerveuses. »

Les éléments que je viens de décrire sont à peu près les seuls qui existent dans les antennes. Les fibres musculaires manquent si ce n'est dans leur région tout à fait basilaire, où quelques fibrilles plus épaisses semblent se rattacher à la musculature générale des parois du corps. Les cellules glandulaires manquent complètement chez l'*Eunice torquata*, mais on en trouve quelques-unes dans les antennes de l'*Eunice Harassii* et sur celles du *Marphysa sanguinea*. Elles ne diffèrent pas de celles que j'ai décrites plus haut à propos des téguments.

CIRRHES

La situation des cirrhes dorsaux des Euniciens, leurs rapports avec leurs branchies sont connus depuis longtemps; la structure de ces appendices diffère peu de celle des antennes, les mêmes éléments cellulaires s'y rencontrent, les cils tactiles

seuls et les fibrilles m'ont paru cependant faire défaut. Le nerf semble aussi se dissocier, on ne distingue plus qu'un amas fibrillaire fort mal caractérisé occupant tout l'espace central de l'appendice; les glandes à mucus existent ici en assez grand nombre, surtout à la base de l'organe. Les analogies de structure qui existent entre ces cirrhes et les antennes sont cause que je me suis peu arrêté à leur étude. La conclusion qu'il m'est permis cependant de tirer de mes observations, c'est que, construits sur le type des antennes et en différant fort peu par leur structure générale, ils doivent être cependant mis à un rang inférieur au point de vue des fonctions sensitives.

Les cirrhes ventraux sont plus intéressants. Ils sont beaucoup plus courts, et n'ont plus du tout la longueur et la délicatesse des cirrhes dorsaux et des antennes. Ils apparaissent comme deux mamelons tronqués légèrement saillants au-dessous des faisceaux de soies. Leur structure permet de les considérer, sinon comme des organes des sens bien actifs, au moins comme des saillies des téguments douées d'une plus grande sensibilité. La cuticule y est en effet fort mince, elle est même plus délicate que celle des antennes, et un nerf volumineux émanant directement de la chaîne nerveuse ventrale se perd en grande partie à sa base. Les cellules épithéliales situées au-dessous de la cuticule ne présentent cependant rien de particulier, elles sont seulement plus hautes et plus serrées; aussi les noyaux de cette couche sont-ils beaucoup plus nombreux et disposés en plusieurs assises. Au-dessous de l'épithélium proprement dit, on trouve encore de nombreux noyaux disposés au sein d'un plexus de fibrilles entre-croisées dans toutes les directions et provenant des prolongements basilaires des cellules épithéliales. C'est dans l'épaisseur de cette couche que le filet nerveux vient se dissocier et se perdre. Je n'ai pu mettre ici en évidence les rapports des pieds des cellules épithéliales avec les éléments disposés à leur base et je n'ai pas réussi à démontrer l'existence des cils tactiles et des cellules fibrillaires; aussi une comparaison complète

avec la structure des antennes serait-elle inexacte. En résumé, je crois que les cirrhes dorsaux et ventraux sont doués d'une sensibilité plus grande que celle du reste des téguments; mais je ne pense pas que cette sensibilité soit spécialisée comme dans les antennes, qui doivent être de véritables organes du toucher.

APPENDICES DE L'EXTRÉMITÉ POSTÉRIEURE

J'ai étudié ces appendices sur un individu complet et sur un autre qui, ayant été mutilé quelque temps auparavant, avait repoussé un segment de 10 à 12 millimètres. Dans les deux cas la structure m'a paru être la même. Les coupes longitudinales de ces appendices, situés au-dessous de l'anus, rappellent complètement la structure des antennes. Cette ressemblance est si grande, qu'un observateur non prévenu pourrait fort bien confondre les préparations de ces différents objets. Il m'a été seulement impossible de constater la présence des cils que j'ai décrits plus haut à propos des antennes.

ORGANE DE LA NUQUE

Les Euniciens possèdent au fond du repli du segment buccal une bande de cils vibratiles analogues à ceux que plusieurs auteurs ont décrits chez différents genres. Ehlers a désigné ces organes sous le nom de bourrelet de la nuque (1). Spengel, dans son mémoire sur l'*Oligognathus Bonelliæ* (2), rappelle les différentes opinions qui ont été émises sur ces organes et les genres chez lesquels ils ont été étudiés. Claparède est le premier observateur qui les ait décrits chez *Lumbriconereis*. Grube la même année et plus tard Ehlers complétèrent et rectifièrent les opinions de Claparède. Ehlers a même donné une figure d'une coupe longitudinale qui montre bien les

(1) Ehlers, *loc. cit.*
(2) Spengel, *loc. cit.*

rapports topographiques et la forme de l'organe. Il démontra aussi que ces formations sont des dépendances du cerveau et avec Claparède il les interpréta comme organes des sens.

Spengel a examiné ces organes chez *Lumbriconereis*, *Arabella quadristriata* Gr., *Halla parthenopeia* DC. et *Drilonereis filum* Clap., et, chez toutes ces espèces, il reconnut que cet organe était construit comme chez l'*Oligognathus*. On reconnaît facilement, dit-il, l'existence des cils sur la moitié antérieure de la paroi ventrale du sac. Chez *Arabella*, par exemple, on voit très bien que l'épithélium qui porte ces cils se compose de longues cellules filamenteuses dont les extrémités internes sont peut-être en relation avec les éléments nerveux placés au-dessous. Il ajoute qu'il lui a été impossible avec des matériaux conservés dans l'alcool d'acquérir une preuve certaine de ces relations.

Pruvot, dans ses recherches sur le système nerveux des Annélides polychètes (1), dit à propos de l'*Eunice torquata* : « Je n'ai pu retrouver ici, au fond du sillon stomato-céphalique, aucune trace de bandes ni de poches ciliées. » Nous croyons avoir été plus heureux. En effet, sur toutes nos séries, nous avons toujours trouvé au fond du repli céphalique une région où les cellules de l'épiderme changeaient brusquement de caractère, en même temps que la cuticule, tout à coup amincie, se présentait avec un revêtement de cils souvent difficiles à distinguer (fig. 10 et fig. 26). La présence de cette zone spéciale est facile à démontrer surtout à l'aide des coupes longitudinales et verticales des deux premiers segments ; mais elle se retrouve aussi sur les coupes transversales, et de la comparaison des résultats obtenus dans ces deux cas différents on peut conclure que l'organe de la nuque est constitué par une bande ou zone ciliée courbée en arc et occupant le fond du repli céphalique. Cette zone ciliée correspond ainsi par sa situation et son aspect au bourrelet de la nuque de l'*Oligognathus* tel que Spengel le décrit.

(1) Pruvot, *loc. cit.*

Avant d'exposer la structure de cet organe, je dois d'abord faire remarquer que la seule méthode qui permette d'acquérir de sa constitution une idée assez nette, est celle des coupes. Les dissections en effet ne montrent pas grand'chose, et les dissociations fournissent des résultats également mauvais.

Sur les coupes longitudinales et verticales qui sont les plus utiles, parce qu'elles montrent, mieux que les autres, les rapports des éléments de cet organe avec les autres cellules de la région, on remarque que dans la partie tout à fait postérieure du cerveau (fig. 26), là où cet organe n'est plus représenté que par des cellules de la couche nucléaire mêlées aux cellules de l'épiderme et à leurs prolongements, on trouve une accumulation de noyaux fusiformes colorés avec moins d'intensité que ceux des cellules voisines et appartenant à des éléments dont les limites sont difficiles à distinguer. Ces noyaux sont serrés les uns contre les autres, ils sont très nombreux et montrent ainsi que les cellules dont ils font partie doivent être excessivement nombreuses et minces; c'est là d'ailleurs ce que l'étude de certaines coupes en partie dissociées démontre. L'organe de la nuque est donc constitué par des cellules en forme de fibre, allant de la cuticule à cette sorte de basale qui constitue la limite inférieure de la substance ponctuée du cerveau. Ces cellules fibrillaires paraissent dépourvues de membrane d'enveloppe et j'ai déjà dit que leur noyau et leur protoplasma se distinguent par une teinte plus claire. Leur extrémité externe est en contact avec la face interne de la cuticule, leurs pieds se prolongent en filaments très déliés qui se mêlent, en formant une sorte de chevelu délicat, dont la masse se perd parmi les cellules de la couche nucléaire qui sont en contact avec l'organe de la nuque. La cuticule de la région correspondant à l'organe de la nuque est beaucoup plus mince, elle est aussi différente par quelques-unes de ses propriétés chimiques de la cuticule du reste du corps; c'est ainsi qu'elle se colore moins par les réactifs et qu'elle a conservé davantage les caractères des plateaux de

cellules, elle paraît enfin finement striée et cet état correspond sans doute à l'existence des cils vibratiles que l'on distingue réunis en masse au-dessus de cette cuticule. Sur la cuticule des téguments du sillon céphalique, en un point exactement opposé à celui où sont situés les cils de l'organe de la nuque (fig. 26, *s*), on trouve sur les coupes une sorte de dépression correspondant à la coupe d'un véritable sillon qui doit faciliter les mouvements des cils et leur permettre de rester davantage en contact avec les corpuscules entraînés par l'eau ambiante. En avant de l'organe de la nuque les cellules de la couche épithéliale se présentent avec leurs caractères habituels; elles sont cylindriques ou plutôt coniques et leurs pieds se continuent entre les éléments de la couche nucléaire. Cette partie du cerveau se prolonge même quelquefois en arrière des cellules vibratiles de l'organe de la nuque et elle constitue là un petit amas de noyaux semblables à ceux de la couche des cellules nerveuses, de telle sorte que cet organe peut être considéré comme une bande cellulaire limitant postérieurement le cerveau. Tout à fait au fond du sillon céphalique la cuticule reprend son épaisseur habituelle; en même temps l'épiderme sous-jacent offre des caractères intermédiaires entre ceux des cellules épithéliales hypodermiques des parois du corps et ceux des éléments vibratiles de l'organe de la nuque. Ces cellules sont en effet d'abord fort longues et très minces; elles diffèrent cependant déjà des cellules à cils vibratiles de l'organe que nous décrivons par un certain nombre de caractères fort importants. Au lieu d'être onduleuses et plus ou moins repliées sur elles-mêmes, elles sont droites et semblables à tout autant de bâtonnets allant de la cuticule à la basale. De plus, tandis que les cellules de l'organe de la nuque sont dépourvues de membrane d'enveloppe, que leur protoplasma est granuleux et faiblement coloré par les réactifs, les cellules du fond du repli céphalique sont au contraire plus fortement teintées, leur protoplasma a pris un aspect transparent analogue à celui que j'ai déjà signalé dans les fibrilles des élytres des

Polynoés; en un mot elles présentent des caractères qui indiquent des fonctions tout à fait différentes.

En résumé, on voit que l'organe de la nuque est constitué par des cellules à cils vibratiles. Il nous reste à voir si cet organe existe chez d'autres Annélides, s'il est possible d'essayer une comparaison avec des organes similaires d'autres Vers annelés, et enfin quelles sont ses fonctions probables.

Spengel, dans le mémoire que j'ai déjà cité, passe en revue les différents auteurs qui avaient signalé avant lui des organes semblables. On pourra voir page 33 et suivantes que beaucoup de naturalistes ont observé des dispositions analogues sur un grand nombre d'espèces, et, bien qu'ils aient rencontré des formes variées pouvant faire croire à des organes différents, on doit admettre néanmoins que l'on se trouve toujours en présence du même appareil, modifié il est vrai, dans des sens différents. Spengel lui-même a étudié l'appareil en question chez le *Polygordius*, et je puis ajouter que sur le segment céphalique de l'*Arenicola Grubii* j'ai trouvé également des enfoncements latéraux pourvus de cils vibratiles que je considère comme susceptibles d'être assimilés aux organes de la nuque des Euniciens. Les formes larvaires des Annélides nous offrent aussi une paire de fossettes ciliées qui paraissent précéder l'organe de la nuque et présenter les premières traces de cette formation. Hatschek a vu chez l'embryon du *Criodilus* une paire de fossettes ciliées. La plupart des auteurs qui se sont occupés de l'embryologie des Annélides, Kleinenberg entre autres, ont signalé également des cellules isolées ou des groupes de cellules, analogues par leur situation par rapport aux centres nerveux de la larve à l'organe de la nuque des Annélides adultes.

Nous voyons ainsi que l'organe de la nuque ne se rencontre pas seulement chez les Euniciens, mais qu'il se trouve sous des aspects variables et avec une structure fondamentale identique chez la plupart des Annélides. Si nous poussions plus loin nos investigations, nous trouverions des organes analogues au précédent même chez quelques Vers non annelés;

c'est ainsi que les fossettes vibratiles des Nemertes, que l'on a assimilées à des organes si divers et qui ont donné lieu à des comparaisons souvent un peu forcées et ne reposant sur rien, me semblent comparables par leur structure, par leur situation, par leurs rapports avec le cerveau, aux organes de la nuque des Annélides.

Quant à essayer de déterminer les fonctions de ces bandes ciliées, j'avoue que je suis incapable d'émettre une opinion bien fondée. Je crois qu'il serait fort téméraire de vouloir établir des analogies entre ces organes et certains de nos organes des sens. Sans doute, on peut affirmer que l'organe de la nuque ne sert ni à la vue ni à l'ouïe, on peut avancer aussi qu'il ne saurait être utilisé comme appareil tactile; sa situation au fond d'un repli s'oppose en effet à cette fonction. Je crois qu'il est difficile d'aller au delà. On se risquerait dans des interprétations aventureuses en voulant préciser davantage et en soutenant, par exemple, que cet organe sert au goût et non à l'olfaction ou vice versa. Je crois d'ailleurs que les conditions dans lesquelles s'effectue le fonctionnement des organes des sens chez les Invertébrés aquatiques doit nous engager sur ce point à la plus grande prudence; il n'est pas impossible que certains de leurs appareils nerveux terminaux soient susceptibles de remplir des fonctions mixtes et que les sensations qu'elles révèlent soient intermédiaires entre celles que nous qualifions sous le nom de toucher et d'olfaction. Il est probable aussi que des sens spéciaux, dont les analogues n'existent pas chez nous, se rencontrent chez ces êtres et leur sont utiles à cause des conditions particulières dans lesquelles ils vivent.

Ces considérations m'engagent à ne pas me prononcer sur le rôle physiologique de l'organe de la nuque. Tout ce qu'il est permis de dire, c'est que ce rôle ne doit pas être exagéré, et que si les bandes ciliées de cet organe doivent prendre place parmi les organes des sens, elles ne sauraient cependant avoir un rôle bien actif.

APPAREIL VISUEL

Graber (1) est l'auteur qui a le mieux décrit, à ma connaissance du moins, les yeux des Annélides. Son mémoire peut être considéré encore aujourd'hui comme celui qui a révélé sur ce chapitre de l'anatomie comparée le plus grand nombre de faits nouveaux. La plupart de ses observations sont fort justes et je ne diffère de ses interprétations que sur quelques points de détail.

Cet auteur a étudié avec soin les yeux de l'une des deux espèces qui font l'objet de ce mémoire, de l'*Eunice Harassii*. Il les considère comme étant essentiellement constituées par un corps dioptrique comprenant un cristallin et un corps vitré correspondant à un tégument oculaire épithélial, et aussi par une rétine formée par des cellules en palissade renfermant plusieurs assises de noyaux et complètement séparée du corps vitré par une membrane basale. Je laisse de côté les détails donnés par l'auteur à propos de la structure de cette rétine; j'aurai l'occasion d'y revenir dans le cours de ma description.

Sur les coupes transversales et longitudinales du segment céphalique, surtout lorsqu'on a eu le soin de débiter la pièce en série et de conserver toutes les coupes, on rencontre les yeux le plus souvent en sections normales quand la pièce a été bien orientée, d'autres fois en coupes plus ou moins obliques et même tangentielles. Toutes ces préparations sont également bonnes à consulter et leur étude est indispensable pour acquérir une idée juste de la structure de l'œil.

J'ai étudié les yeux sur des pièces fixées les unes à l'acide osmique, les autres au bichlorure de mercure. Le premier de ces réactifs est préférable parce qu'il conserve mieux les éléments anatomiques; mais les pièces traitées par cette mé-

(1) Graber, *Morphologische Untersuchungen über die Augen der freilebenden marinen Borstenwürmer* (*Archiv. für Mikroskopische Anatomie*, 1880).

thode sont comme toujours plus difficiles à colorer et de plus les éléments sont souvent ratatinés. Cette altération, quand elle n'est pas poussée trop loin, offre l'avantage de séparer les cellules, de mieux indiquer leurs limites; mais il faut tenir compte de cette altération dans l'interprétation des coupes. La liqueur de Lang conserve parfaitement la forme générale de l'appareil visuel, les éléments ne sont pas déformés, les noyaux se colorent très bien et cela avec une intensité telle que leur présence ou leur absence ne peut laisser aucun doute; mais les limites des cellules se distinguent fort mal. Il faut donc combiner ces deux méthodes pour arriver à une connaissance complète et vraie de l'organe.

L'œil dans son ensemble présente une forme parfaitement sphérique chez l'*Eunice torquata*, tandis que chez l'*Eunice Harassii* il tend à prendre l'aspect d'une pyramide irrégulière, à bords mousses et à sommet légèrement tronqué, dont la pointe serait dirigée en bas et dont la base légèrement convexe serait appliquée contre la face interne de la cuticule. Ces yeux, au nombre de deux, sont en contact immédiat avec le cerveau, ils ne possèdent donc rien de comparable à un nerf optique, et ils sont dépourvus d'une membrane qui puisse être assimilée à une coque de soutien ou sclérotique; les prolongements basilaires entrelacés des cellules de la couche ganglionnaire de la rétine constituent cependant à cet appareil visuel une sorte de zone limitante qui la sépare des éléments voisins. Les yeux ne sont visibles à l'extérieur qu'à une légère saillie des téguments et la cuticule à leur niveau n'offre aucune modification apparente qui permette de lui donner le nom de cornée; elle ne s'amincit même pas et présente une épaisseur toujours égale. Au-dessous de la cuticule on ne distingue rien de comparable physiologiquement à un iris, mais sur les coupes qui passent exactement par l'axe de l'œil, et la chose est facile en pratiquant des coupes en série, on voit que sur un espace très étroit la cuticule est en contact non plus avec les cellules de l'hypoderme mais directement avec le cristallin, qui paraît même y être implanté à l'aide

d'une sorte de pédoncule (fig. 27). A l'exception de cet espace, on voit que partout ailleurs la cuticule repose sur la couche des cellules épithéliales de l'hypoderme.

Les milieux réfringents de l'œil comprennent un cristallin occupant le centre et la région antérieure de l'appareil visuel et un corps vitré lui formant une sorte de calice qui ne manque que dans le point où le cristallin est en contact avec la cuticule (fig. 27). Graber a considéré le cristallin comme une dépendance de la cuticule. Pruvot, à propos de l'œil de l'*Hyalinœcia*, pense aussi qu'il est possible de le considérer comme un épaississement cuticulaire, et j'avoue qu'au début de mes observations j'ai cru aussi que le cristallin tout entier pouvait être assimilé à une sorte de bourgeon situé à la face interne de cette membrane. Depuis lors, cependant, en observant de nouvelles séries de coupes, j'ai été conduit à une interprétation un peu différente. On verra sur la figure 27, *mc*, et Graber a déjà représenté une disposition semblable (1), qu'il existe à la limite du corps vitré et du cristallin une membrane constituant à la lentille cristallinienne une sorte de coque. Cette membrane se distingue du corps du cristallin par sa coloration plus intense. La masse du cristallin est homogène sans structure, elle est plus pâle et finement granuleuse; enfin, si l'on examine le point où elle entre en contact avec la cuticule, on trouve à ce niveau une disposition que l'on pourrait considérer comme le pédoncule rattachant le cristallin à la cuticule (fig. 27, *o*). En examinant la coupe avec plus d'attention, on remarque qu'il existe dans la cuticule elle-même un pore qui semble s'évaser du côté de la face interne de cette membrane, de telle sorte que les parois de cet étroit pertuis sont en continuité avec la capsule du cristallin, tandis que la lumière du pore cuticulaire est en continuité avec le corps du cristallin. Je ne crois pas que chez l'individu adulte ce pore laisse communiquer l'intérieur de la capsule cristallinienne avec le milieu ambiant;

(1) Graber, *loc. cit.*, pl. XVIII, fig. 10, *lac.*

mais son existence est néanmoins intéressante à constater, parce qu'elle modifie beaucoup les idées que l'on avait sur la nature du cristallin et sur ses relations avec la cuticule. Il semble résulter, en effet, des observations précédentes que ce n'est pas le cristallin tout entier, mais sa membrane d'enveloppe seule qu'il est possible de considérer comme se continuant avec la cuticule. La masse du cristallin serait ainsi analogue à une cuticule transformée ou à un produit sécrété, à une sorte de mucus possédant des propriétés spéciales, indépendant de la cuticule et extérieur à elle. Les caractères du cristallin et surtout sa mollesse, son peu de consistance sont favorables à cette interprétation.

En dehors de la capsule du cristallin, on trouve, ainsi que je l'ai déjà dit tantôt, le corps vitré. Celui-ci a une tout autre structure. Il se compose d'une série de bâtonnets réfringents disposés en palissade les uns à côté des autres et dont les limites sont faciles à apercevoir à cause de leurs contours colorés avec plus d'intensité par les réactifs (fig. 27, *cv*). Ces bâtonnets sont bien limités du côté de leur extrémité cristallinienne, mais ils le sont beaucoup moins vers leur périphérie. Je n'ai pas trouvé trace de la basale qui, d'après Graber, séparerait le corps vitré de la rétine; je suis même convaincu que le corps vitré tout entier est formé de la réunion des extrémités périphériques des bâtonnets rétiniens devenus réfringents. Il me sera facile de démontrer bientôt que ce n'est pas là le premier exemple d'un bâtonnet optique, chargé de pigment à sa base et réfringent à son extrémité. Je conserverai donc au corps vitré le nom que Graber lui a donné; je me permettrai seulement de faire remarquer que l'appellation de l'auteur allemand ne doit pas rappeler à l'esprit la constitution du corps vitré tel qu'il existe chez les Vertébrés, mais qu'il doit simplement signifier pour nous la réunion de toutes les parties réfringentes des bâtonnets optiques en un seul corps physiologiquement distinct. A la partie périphérique de ce milieu réfringent, là où il est en contact avec la rétine, Graber a signalé la présence d'une couche de noyaux

qui appartiendraient suivant lui à tout autant de cellules épithéliales prismatiques. Mes recherches pour découvrir cette assise cellulaire ne m'ont servi qu'à me convaincre davantage de la continuité qui existe entre les bâtonnets de la rétine et ceux du corps vitré. Je crois donc que le corps vitré et la rétine sont formés par un seul et même groupe d'éléments anatomiques. Il faut donc étudier en même temps ces deux parties de l'appareil visuel.

La rétine est fort difficile à étudier à cause du pigment dont elle est chargée; néanmoins, en mettant à profit des coupes très minces et légèrement dissociées, ou bien encore décolorées artificiellement par les vapeurs d'acide chlorhydrique, on peut acquérir une idée exacte et complète de sa structure; on voit que cette couche est constituée par des cellules en bâtonnet faisant partie du corps vitré par leur extrémité périphérique et transparente, constituant la rétine par leur zone moyenne et basilaire (fig. 28). Graber a décrit dans la rétine trois assises de noyaux. D'abord une couche en contact immédiat avec le corps vitré et qu'il a désignée sous le nom de noyaux de la couche en palissade externe, une assise moyenne ou noyaux de la couche en palissade moyenne et enfin une dernière assise ou couche des cellules ganglionnaires. De ces trois séries de noyaux les deux dernières sont les seules dont j'ai pu constater la présence. Il m'a été impossible de démontrer l'existence de la couche des noyaux en palissade externe. Je considère donc la rétine tout entière comme étant formée d'une seule assise cellulaire dont les éléments sont en continuité avec ceux du corps vitré et ne sauraient en être séparés. Chaque corps réfringent du corps vitré se continue avec un bâtonnet pigmentaire de la rétine qui ne fait ainsi avec lui qu'un seul et même élément : la description d'un de ces bâtonnets sera suffisante pour donner une idée de tous les autres. Tous ces éléments sont tronqués à leur extrémité périphérique, effilés au contraire à leur base. Ils possèdent tous une extrémité absolument transparente, une portion moyenne fortement chargée de

pigment et une base amincie, renfermant un noyau ovale situé au point où la cellule commence à devenir plus étroite. Ce noyau est tantôt bien visible, tantôt au contraire il est plus ou moins masqué par le pigment rétinien. Les pieds de ces cellules en bâtonnet se continuent avec les éléments de la couche des cellules ganglionnaires, tantôt directement, tantôt après avoir émis un ou plusieurs prolongements. Je n'ai pas trouvé dans ces cellules le filament que Graber a cru voir dans quelques-unes d'entre elles et le pigment m'a toujours paru renfermé dans l'épaisseur même des bâtonnets. Ce pigment est formé par des grains brun marron, il s'arrête brusquement au niveau de l'union du tiers supérieur et du tiers moyen et a pour limite inférieure le noyau de la cellule, noyau qu'il recouvre plus ou moins.

A la base de ces cellules rétiniennes on trouve des éléments faciles à distinguer des autres par la forme de leurs noyaux. Ceux-ci sont en effet parfaitement sphériques et ils constituent d'ailleurs une couche bien distincte. Ces noyaux appartiennent à des cellules que leurs caractères permettent de considérer comme de véritables éléments nerveux. Le nom de cellules ganglionnaires qui leur a été attribué par Graber est donc parfaitement justifié et doit être conservé. Ces cellules sur certains points sont en contact immédiat avec celles du cerveau, tandis qu'ailleurs elles en sont séparées par des tractus conjonctifs. Elles représentent les couches des cellules nerveuses de notre rétine.

En résumé, on voit que dans l'œil des Euniciens on rencontre un cristallin muni d'une capsule qui n'est autre chose que la cuticule des parois du corps amincie et refoulée. Le corps du cristallin lui-même est une formation nouvelle, semi-liquide, analogue peut-être au mucus sécrété par l'animal. Les cellules situées en dehors du cristallin constituent la rétine et le corps vitré ; elles ne sont autre chose que les cellules épithéliales de l'hypoderme transformées. Les Annélides ne sont pas les seuls animaux munis d'un appareil visuel ainsi constitué. Chez les Mollusques surtout nous rencontrons

souvent une disposition analogue; c'est ainsi que Fraisse a figuré dans son mémoire sur les yeux des Gastéropodes (1), et en particulier chez la Patelle des éléments sensitifs semblables à ceux que je viens de décrire. Sharp (2) chez les Lamellibranches a également trouvé des appareils visuels constitués, chez les types les plus inférieurs, par des cellules, chargées de pigment à leur base, et réfringentes à leur extrémité périphérique. Les yeux élémentaires des Insectes pourraient également être comparés, dans leur structure générale, à nos cellules rétiniennes, avec cette différence que des parties nouvelles s'y sont ajoutées et que le pigment siège dans des cellules spéciales. On voit par ce qui précède que la structure de l'œil des Annélides du genre Eunice est facile à comprendre si l'on ne néglige pas de comparer ses différentes parties aux couches homologues des téguments.

TUBE DIGESTIF

Les parois de l'intestin se composent ici comme toujours des trois couches fondamentales que l'on rencontrera sans doute toutes les fois qu'il s'agira d'un tube intestinal véritable. Ces couches sont : un épithélium péritonéal, une membrane fibro-musculaire et un épithélium endodermique tapissant la face interne de l'appareil digestif sur toute sa longueur.

La couche fibro-musculaire ne présente qu'un intérêt secondaire. On y distingue seulement les coupes de quelques vaisseaux qui sont bien loin d'être aussi nombreux et aussi volumineux que ceux que l'on rencontre dans d'autres cas, comme par exemple chez le Siphonostome. L'épithélium intestinal se compose de longues cellules cylindriques légèrement effilées à leur base et offrant des caractères divers sui-

(1) Fraisse, *Uber Molluskenaugen mit embryonalem Typus* (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, Bd XXXV, Leipzig, 1881).

(2) Benj. Sharp, *On the visual Organs in Lamellibranchiata* (*Mittheilungen aus der zoologischen station zu neapel*, Leipzig, 1881).

vant la région de l'intestin que l'on considère. Au niveau de l'intestin antérieur le protoplasma des cellules épithéliales est transparent ou à peine granuleux; plus loin dans la région que l'on pourrait qualifier sous le nom d'intestin moyen l'aspect des cellules épithéliales change complètement; elles conservent bien la même forme, mais elles sont devenues fortement granuleuses, et cet aspect est dû à la présence de granulations brunes qui ont fait quelquefois considérer le tube digestif comme étant muni, à ce niveau, d'une couche particulière que l'on désignait sous le nom de couche hépatique. Il n'existe pas dans l'intestin moyen des Annélides une couche cellulaire spéciale justifiant cette dénomination. Ce sont les cellules de l'épithélium intestinal qui en devenant plus longues et en prenant les caractères des éléments glandulaires donnent à l'intestin moyen cet aspect particulier. Il est bien évident que cette région intestinale correspond physiologiquement à un véritable estomac; les éléments que nous y rencontrons sont semblables à ceux qui tapissent la face interne de l'estomac du Siphonostome (1), ils doivent dans les deux cas remplir les mêmes fonctions. Ces modifications dans les caractères des cellules intestinales s'étendent à la totalité de la surface de l'intestin moyen; ce n'est que sur un point bien limité que les cellules restent plus courtes, conservent leurs cils vibratiles et constituent ainsi une sorte de sillon vibratile qui facilite sans doute la circulation du liquide intestinal. A mesure que l'on examine des coupes s'éloignant de plus en plus de la région moyenne du corps de l'animal, les cellules de l'épithélium intestinal perdent peu à peu leurs granulations; elles reprennent insensiblement l'aspect qu'elles avaient au début; enfin dans l'extrémité caudale et dans les egments régénérés cet épithélium finit par manquer complètement de granulations brunâtres, l'acide osmique lui-même n'y fait apparaître aucun grain plus fortement coloré; en même temps des cils vibratiles apparaissent de nouveau et

(1) Ét. Jourdan, *Étude anatomique sur le Siphonostoma diplochoetos* (*Annales du musée de Marseille*, t. III, mémoire n° 2).

complètent ainsi les analogies qui existent entre l'épithélium des deux extrémités du tube digestif.

On voit par ce qui précède que la structure de l'intestin paraît peu susceptible de variations chez les Annélides. On trouve toujours une région antérieure correspondant à un œsophage, une région moyenne remplissant le rôle d'un estomac et d'un foie et une région terminale tapissée par des cellules épithéliales de protection. C'est en vain qu'ici encore j'ai cherché des organes glandulaires distincts des parois du tube intestinal. Il n'existe aucun refoulement, aucun repli de l'épithélium indiquant un commencement d'organe glandulaire.

BRANCHIES ET VAISSEAUX

La structure histologique des branchies n'offre pas un grand intérêt. Elles sont essentiellement constituées par deux vaisseaux recouverts d'une couche de muscles longitudinaux et protégés par un épithélium semblable à celui de l'épiderme de la surface générale du corps.

On sait depuis longtemps que le système vasculaire des Euniciens se compose essentiellement de deux vaisseaux longitudinaux placés immédiatement au-dessus du tube digestif et d'un autre vaisseau également longitudinal situé au-dessus du système nerveux ventral. Ces troncs principaux sont réunis par des anses transverses situées dans chaque segment. La structure histologique de ces vaisseaux est la même dans tous les cas. Leurs parois sont constituées par une membrane très délicate montrant de nombreux noyaux qui m'ont toujours paru situés sur la face externe de la membrane. Je dois avouer que j'ai un peu négligé la structure de ce système organique ; c'est ainsi que je n'ai pas mis en usage les sels d'argent et qu'il m'est impossible de dire si chez les Euniciens les noyaux que l'on aperçoit appartiennent à un revêtement épithélial interne ou externe. Je crois que l'étude histologique des vaisseaux des Annélides serait à faire. En effet, d'après ce

que j'ai observé chez le Siphonostome et aussi en tenant compte de ce que j'ai vu sur les Euniciens, on peut admettre que l'appareil vasculaire des Annélides chétopodes est dépourvu d'un revêtement endothélial. Mais cette opinion indiquerait un état tellement différent de ce qui existe non seulement chez les Vertébrés, mais chez la plupart des autres animaux invertébrés, qu'elle est à vérifier.

GLANDES PÉDIEUSES; ORGANES PIGMENTAIRES LATÉRAUX ORGANES SEGMENTAIRES

J'ai réuni en un seul chapitre mes observations sur ces différents organes parce qu'ils ont été longtemps confondus. Claparède, dans son supplément sur les Annélides chétopodes du golfe de Naples, fait remarquer à propos de l'*Eunice schizobranchia* que Ehlers a donné de l'organe segmentaire des Euniciens une description entièrement erronée. Au point d'insertion du cirrhe dorsal et des branchies il existe chez l'*Eunice Harassii* un amas de pigment que le zoologiste génevois avait signalé sans s'exprimer d'une manière positive sur son rôle. Cet amas de pigment fut retrouvé par Ehlers sur la même espèce et celui-ci le considéra comme faisant partie de l'organe segmentaire. Claparède rappelle avec raison qu'il avait décrit les soies de ce corps pigmentaire dans son premier volume sur les Annélides de Naples et que sous le nom d'acicules du cirrhe dorsal il avait noté leur présence dans la grande majorité des représentants de la famille des Euniciens. Ces soies n'ont donc rien à faire avec l'organe segmentaire. Ici je crois ne pouvoir mieux faire que de citer le texte même de Claparède : « Ce sont tout simplement les acicules de la rame supérieure, devenue rudimentaire chez les Euniciens. Cela est si vrai que lorsque la dernière trace de la rame supérieure disparaît, comme dans le genre *Lumbriconereis* ces

(1) Ed. Claparède, *Les Annélides chétopodes du golfe de Naples* (Supplément, p. 32).

acicules disparaissent également. Mais dès que le cirrhe reparaît, à peine perceptible comme un rudiment de bouton (ainsi chez le *Notocirrus Hilairii*), les acicules reparaissent aussi. Lorsque le cirrhe dorsal devient très long, ces acicules s'allongent également d'une manière frappante, ainsi chez les Staurocéphales. Ces acicules sont donc les représentants de la rame dorsale fondue dans la ventrale : ils n'ont rien à faire avec l'organe segmentaire. » Quant à l'amas de pigment qui accompagne ces soies, Claparède ne le considère pas non plus comme la partie essentielle de l'organe segmentaire et affirme qu'il n'a aucune relation avec lui. Ce pigment existe chez plusieurs espèces et le savant anatomiste que je viens de citer a même été porté à y chercher un cristallin; il ajoute que depuis qu'il a découvert des yeux latéraux chez l'*Eunice vittata* il serait plus disposé qu'autrefois à les considérer comme des organes visuels. Je crois, que d'après l'analyse étendue que je viens de donner de l'opinion de Claparède à ce sujet, il est déjà permis de considérer les corps pigmentaires latéraux comme n'ayant aucune relation avec les organes segmentaires.

Quant aux véritables organes segmentaires si difficiles à apercevoir chez la plupart des espèces du genre Eunice, Claparède a pu les observer par transparence chez l'*Eunice schizobranchia*. Il a vu l'ouverture interne de l'appareil sous la forme d'un gobelet dont le bord est fixé au dissépiment qui sépare ce segment du précédent. Du fond du gobelet qui est tapissé de cils vibratiles part un tube cylindrique qui décrit une courbe et se dirige vers la base du pied où il s'accole à la paroi du corps; mais il n'a pas réussi à apercevoir le pore externe.

Enfin à la base du pied l'auteur, que je continue à citer, signale une poche glanduleuse opaque, blanchâtre à la lumière incidente, et qui paraît déverser son contenu sur les soies.

On voit donc que Claparède a déjà parfaitement distingué dans chaque segment et de chaque côté du tube digestif

dans le genre qui m'occupe trois organes pairs et bien indépendants. Ce sont ces organes dont je vais étudier la structure.

Glande pédieuse. — Sous cette dénomination je décrirai l'organe que Claparède a signalé comme versant son produit sur les soies. Immédiatement au-dessous des soies on trouve dans chaque segment aussi bien sur l'*Eunice Harassii* que sur l'*Eunice torquata* un amas de cellules formant à la face interne des téguments une sorte de bourgeon épithélial. A un examen même superficiel il est facile de reconnaître que ces cellules ne sont autre chose que des éléments glandulaires analogues à ceux qui se rencontrent dans l'épaisseur de l'épiderme (fig. 29, *gp*). Seulement l'aspect de ces éléments réunis en organe n'est plus du tout le même. Ils sont enchevêtrés et pressés les uns contre les autres, de telle sorte qu'il est impossible d'en suivre sur les coupes un seul dans sa totalité. Le plus souvent l'élément a été tronqué et il ne reste que son extrémité profonde ou superficielle dont l'observation ne peut conduire à aucun résultat certain. Ce n'est qu'en observant des coupes successives et en examinant des sections heureuses que l'on arrive à voir que l'organe tout entier se compose de cellules glandulaires en massue de longueurs différentes et dont les pédoncules peuvent acquérir des dimensions exagérées. Ces cellules se pressent les unes contre les autres et leurs sommets atteignent des hauteurs différentes; il en résulte une sorte de glande en grappe à plusieurs lobes, dont le produit de sécrétion, au lieu d'arriver à l'extérieur par un conduit commun, y est amené par des pores multiples. Les glandes pédieuses ne sont donc rien autre que des agglomérations de cellules à mucus ayant fini par constituer des organes distincts. Je les considère comme des glandes cutanées et il est fort probable que le liquide sécrété par elles ne doit pas différer beaucoup du produit des cellules glandulaires dispersées sur toute la surface du corps. Ces glandes sont plus développées chez l'*Eunice Harassii* que chez l'*Eunice*

torquata; elles se rencontrent avec des dimensions presque égales dans tous les segments, surtout dans ceux des régions moyennes et postérieures.

Organes pigmentaires latéraux. — On a pu voir au début de ce chapitre que Claparède admet, contrairement à Ehlers, que les amas de pigment renfermant des soies et situés dans chaque segment sont tout à fait indépendants de l'organe segmentaire. L'étude histologique que nous avons pu faire de cet appareil confirme entièrement l'opinion de cet auteur.

Lorsqu'on examine des séries de coupes, on trouve sur celles de ces sections qui passent par le milieu de chaque segment un corps ovoïde contenant un pigment brun jaunâtre analogue à celui de la gaine du système nerveux ventral. Cet organe est fixé à la face interne des parois du corps par un pédoncule qui se perd dans l'épaisseur du parapode (fig. 30). On distingue encore dans ce sac pigmentaire des soies qui semblent perdues au sein du pigment et qui se continuent seules dans le pédoncule de l'organe. Une étude attentive de l'organe adulte permettra déjà d'acquérir une idée juste de sa nature. On remarquera d'abord que l'organe pigmentaire est renfermé dans une membrane hyaline tapissée ur sa face externe de noyaux disséminés qui appartiennent à tout autant de cellules de l'épithélium péritonéal. Les limites des cellules qui renferment le pigment sont difficiles à distinguer. On voit seulement qu'elles sont volumineuses, à membrane d'enveloppe délicate, et il n'est pas douteux qu'elles ne doivent être souvent confondues. Les soies désignées par Claparède sous le nom d'acicules du cirrhe dorsal sont remarquables par leur minceur et leur délicatesse; elles sont situées à la partie supérieure de l'organe, et, si presque toutes pénètrent dans le pédoncule, elles sont loin d'atteindre toujours la surface des téguments. Cependant il n'est pas douteux que ces soies rudimentaires ne soient capables d'émerger à la surface du corps entre la base du cirrhe dorsal et l'insertion de la branchie et de mettre ainsi en communica-

tion avec l'extérieur la cavité du sac pigmentaire. Ce qui pourrait rendre cette communication douteuse, c'est que les soies sont presque toujours rompues au niveau de la cuticule ou immédiatement au-dessus, de telle sorte que l'on pourrait croire qu'elles ne font pas saillie à l'extérieur. Si l'on compare la structure de l'organe pigmentaire à celle des follicules des soies de la rame inférieure réunis en faisceau, on voit déjà que la seule différence essentielle résulte de la délicatesse de ces soies et de l'accumulation du pigment dans la gaine cellulaire du follicule. L'étude des organes pigmentaires encore en voie d'évolution va nous confirmer dans cette idée.

L'observation des segments de l'extrémité caudale en voie de régénération va nous être encore ici d'une très grande utilité. En étudiant des anneaux de plus en plus jeunes nous voyons que les organes pigmentaires finissent par n'être plus représentés que par des accumulations de cellules semblables à celles qui donneront naissance aux soies. Lorsque les faisceaux de soies de la rame inférieure sont bien formés, c'est-à-dire lorsque ces appendices sont arrivés au stade représenté figure 32, l'organe pigmentaire s'offre lui-même à l'observation tel qu'il a été dessiné figure 31. On voit qu'à ce moment de leur évolution les organes pigmentaires mériteraient peu le nom que je leur attribue. Ils sont alors constitués par de grandes cellules hyalines qui semblent souvent dépourvues de noyaux et qui forment autour des soies rudimentaires une sorte de gaine. L'aspect de ces éléments est sans doute différent de ceux de la gaine des soies ordinaires. Mais en étudiant un grand nombre de follicules de la rame inférieure on en trouve beaucoup dont les cellules pariétales ne diffèrent pas de celles de l'organe pigmentaire jeune. Nous pouvons donc dire que les cellules de la gaine des acicules de l'organe pigmentaire jeune sont identiques à celles de la gaine des soies. Cependant, lorsqu'on examine des organes pigmentaires un peu plus âgés, on ne tarde pas à en trouver quelques-uns dont les cellules commencent à changer de caractère. A côté des éléments hyalins et à contenu bien transparent on trouve

une ou plusieurs cellules (fig. 31, *cp*), qui sont remplies de grains pigmentaires identiques à ceux de l'organe adulte. Peu à peu la quantité de pigment augmente autour des soies; de telle sorte que dans l'organe qui a atteint tout son développement les acicules sont plongés au milieu d'un amas de pigment qui a remplacé presque complètement les éléments hyalins de l'organe en voie d'évolution. Je crois que nous pouvons conclure de ces observations que l'organe pigmentaire latéral n'est autre chose que le faisceau des follicules des soies de la rame supérieure dont les cellules ont subi une dégénérescence pigmentaire. Il est inutile de faire remarquer que nous confirmons par l'étude histologique et organogénique de cet organe la conclusion que Claparède avait tirée de ses observations zoologiques.

Organes segmentaires. — J'ai dit plus haut que Claparède avait réussi à observer les organes segmentaires d'un Eunicien, mais que l'orifice externe lui avait échappé. En observant mes coupes, je rencontrai de temps en temps de chaque côté du tube intestinal des tronçons de tubes coupés obliquement et qu'il était difficile de rattacher à un organe quelconque. En examinant des coupes successives, j'ai fini par remarquer que ce tube aboutissait aux parois du corps et communiquait avec l'extérieur par un pore dont la cuticule était percée. En rapprochant les résultats de cet examen des études de Claparède sur une espèce qui permettait des observations par transparence, je me crois autorisé à considérer ce tube comme représentant l'extrémité externe de l'organe segmentaire. D'après mes observations, l'organe segmentaire des Euniciens s'ouvre donc sur le bord de la face ventrale immédiatement au-dessous de la glande pédieuse. Cet organe segmentaire, ou plutôt son extrémité périphérique, se compose d'un tube membraneux tapissé sur ses deux faces de cellules plates. Il m'a paru correspondre plutôt à un simple conduit vecteur des produits génitaux qu'à un organe de sécrétion (fig. 29, *os*).

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XII.

Fig. 1. Coupe transversale de l'épiderme et de la couche musculaire sous-jacente des parois du corps de la face ventrale de l'*Eunice torquata*. — *cu*, cuticule ; *e*, cellules épithéliales ; *g*, cellules glandulaires à mucus ; *g'*, cellules glandulaires en voie de formation ; *p*, pores d'excrétion ; *mc*, fibres musculaires circulaires. Ac. osmique. Gr. 310.

Fig. 2. Une fibre musculaire du système des muscles longitudinaux, en forme de ruban avec un bord épaissi et l'autre plus mince se prolongeant quelquefois sous forme de lamelles ou de filaments protoplasmiques plus ou moins déchiquetés. Ac. osmique. Gr. 310.

Fig. 3. Une fibre musculaire du même système au niveau du noyau. On voit que le noyau situé en dehors de la substance contractile est entouré d'un protoplasma hyalin, non différencié, à peine granuleux. Ac. osmique. Gr. 542.

Fig. 4. Fibre musculaire plus fortement grossie. On voit un filament très délicat, aborder la fibre musculaire au niveau du noyau et s'y terminer dans le protoplasma périnucléaire. Je me suis appliqué à dessiner exactement à la chambre claire cette disposition, que je n'ai rencontrée qu'une fois et qui peut passer pour une terminaison nerveuse. Ac. osmique. Gr. 714.

Fig. 5. Partie ventrale d'une coupe transversale pratiquée près de l'extrémité anale d'un individu pourvu d'un tronçon régénéré de 8 millimètres. — *ei*, épithélium intestinal muni de cils vibratiles ; *vv*, vaisseau ventral ; *ce*, épithélium à cellules rondes du bourrelet anal ; *ep*, épithélium péritonéal ; *gf*, cellules plus volumineuses que les autres, dont les noyaux sont entourés de granulations pigmentaires très fines et que je considère comme la première indication de la gaine pigmentaire ; *nv*, fibres nerveuses du cordon nerveux ventral coupées en travers ; *cn*, cellules nerveuses encore mal différenciées et mêlées aux éléments épithéliaux dont elles proviennent ; *h*, cellules de l'épithélium épidermique (hypoderme des auteurs) ; *cu*, cuticule. Liqueur de Lang première formule. Gr. 300.

Fig. 6. Téguments et système nerveux ventral empruntés à une coupe longitudinale passant par l'axe d'une extrémité caudale en voie de réparation. — *cu*, cuticule ; *h*, cellules épithéliales de l'épithélium ectodermique ; *cn*, cellules nerveuses mêlées aux éléments épithéliaux de la base de l'épiderme ; *nv*, fibres nerveuses du cordon nerveux ventral ; on voit qu'elles ne sont séparées par rien de semblable à une gaine des éléments cellulaires épithé-

liaux ou nerveux de la couche cellulaire externe. Il est bien visible aussi que les prolongements basilaires des cellules épithéliales pénètrent dans l'épaisseur de ce cordon nerveux; *ct*, canal nerveux coupé obliquement; *gf*, cellules de la gaine pigmentaire en voie de formation; on voit qu'elles se présentent sous la forme de cellules du tissu conjonctif dont le protoplasma est fortement chargé de pigment noir; *ci*, épithélium péritonéal. Ac. osmique. Gr. 310.

PLANCHE XIII.

Fig. 7. Moitié d'une coupe transversale du segment céphalique de l'*Eunice Harassii* au niveau des antennes latérales. La coupe passe par la couche nucléaire et a entamé quelques prolongements de la substance ponctuée. — *cu*, cuticule; *cn*, couche nucléaire, on distingue immédiatement sous la cuticule les cellules épithéliales dont les prolongements basilaires se mêlent aux cellules nerveuses; *h*, couche épithéliale ou hypoderme ayant acquis une épaisseur exagérée; *ps*, substance ponctuée; *an*, base de l'antenne coupée en long; *f*, fibres musculaires et vaisseaux de la cavité du palpe sectionné en coupe transversale. Bichromate d'ammoniaque à 2 pour 100. Gr. 42.

Fig. 8. Coupe transversale totale du segment céphalique passant en arrière de celle de la figure précédente. — *cu*, cuticule; *h*, couche épithéliale externe ou hypoderme; *cn*, couche nucléaire; *ps*, substance ponctuée; *fm*, fibres musculaires entre-croisées en chiasma allant de la substance ponctuée à la cuticule en traversant toute l'épaisseur de la couche nucléaire; *f*, fibres musculaires; *v*, vaisseaux de la cavité du palpe; *an*, antenne coupée obliquement au-dessous du point où elle sort des téguments. Liqueur de Lang, première formule. Gr. 42.

Fig. 9. Coupe transversale du segment céphalique au niveau des yeux et de l'antenne médiane. — *o*, œil *an*, moitié de la coupe longitudinale de l'antenne médiane; *an'*, base de l'antenne latérale; *cn*, couche nucléaire; *ps*, substance ponctuée. Bichromate d'ammoniaque à 2 pour 100. Gr. 42.

Fig. 10. Coupe longitudinale et verticale de la partie dorsale du segment céphalique de l'*Eunice torquata*. La coupe ne passe pas par le plan médian, elle est un peu latérale et a été conduite par le milieu de l'un des gros lobes désigné quelquefois sous le nom de palpe. — *rc*, repli céphalique; *s*, sillon du pli céphalique; *cu*, cuticule; *h*, couche épithéliale des parois du corps ou hypoderme; on y distingue de nombreuses glandes représentées par des taches plus grosses que les noyaux; *ps*, substance ponctuée; *cn*, couche nucléaire; *on*, organe de la nuque; *np*, prolongement lamelleux de la substance ponctuée formant ce que quelques auteurs ont désigné sous le nom de nerf du palpe; *mb*, membrane limitante basale, formant une membrane d'enveloppe à la base du cerveau. Liqueur de Lang, première formule. Gr. 42.

Planche XIV.

Fig. 11. Téguments, couche nucléaire et bord de la substance ponctuée du cerveau de l'*Eunice Harassii*. — *cu*, cuticule; *pg*, pores glandulaires traversant la cuticule; *h*, cellules épithéliales; *cn*, éléments de la couche nucléaire avec les fibres basilaires des cellules épithéliales qui traversent toute l'épaisseur de cette couche; *ps*, substance ponctuée. Bichromate d'ammoniaque, 2 pour 100. Gr. 310.

Fig. 12. Cellules nerveuses et substance ponctuée du cerveau de l'*Eunice Harassii*. — *cn*, cellules nerveuses paraissant contenues dans les mailles d'un réseau qui est formé en réalité par les prolongements de ces mêmes cellules soudés entre eux, le protoplasma s'est rétracté autour du noyau qui semble quelquefois constituer à lui seul la cellule tout entière; *cn*, cellules nerveuses; *ps*, substance ponctuée. Bichromate d'ammoniaque, 2 pour 100. Gr. 540.

Fig. 13. Substance ponctuée du cerveau de l'*Eunice Harassii* imparfaitement dissociée après l'action de l'acide osmique en vapeur et de l'alcool à 40 degrés. On aperçoit très distinctement des fibrilles *f*, indépendantes de la substance protoplasmique fondamentale. G. 928.

Fig. 14. Une grosse cellule nerveuse unipolaire du cerveau de l'*Eunice Harassii* du type de celles qui sont vues en coupe à la figure 12. Cet élément a été isolé après l'action des vapeurs d'acide osmique et de l'alcool faible. On distingue une membrane d'enveloppe très délicate qui sous l'influence des aiguilles à dissocier et de la pression sur la lamelle s'est détachée en partie du protoplasma cellulaire, et un prolongement qui émane du protoplasma, mais devient bientôt difficile à distinguer de la membrane d'enveloppe. Gr. 928.

Fig. 15. Deux cellules du même type obtenues par la même méthode et dessinées à un grossissement plus faible.

Fig. 16. Éléments de la couche nucléaire isolés après action des vapeurs d'acide osmique et macération dans l'alcool faible. — *a*, cellules à un seul prolongement semblables à celles de la figure précédente, et représentant en quelque sorte une forme de transition entre les gros et les petits éléments cellulaire du cerveau; *b* et *c*, cellules réduites presque à un noyau revêtu d'une mince écorce protoplasmique qui émet un ou deux prolongements. Ces éléments constituent à eux seuls la couche nucléaire tout entière. Gr. 928.

Fig. 17. Coupe transversale de la chaîne nerveuse ventrale. — *cu*, cuticule; *h*, cellules épithéliales de l'hypoderme; *mc*, fibres musculaires circulaires; *ml*, coupes transversales des faisceaux musculaires longitudinaux; *vv*, vaisseau ventral; *nv*, fibres du cordon nerveux ventral en coupe transversale; *cn*, cellules nerveuses; *tn*, coupe du canal nerveux (tube nerveux géant); *gp*,

gaine pigmentaire formée d'éléments du tissu conjoncti chargés de pigment; *gp'*, partie de la même gaine située au-dessous des éléments nerneux et constituée par des éléments conjonctifs semblables mais moins pigmentés; *gc*, gaine anhiste se continuant à la base de l'hypoderme e envoyant des prolongements entre les fibres du système musculaire longitudinal. Bichromate d'ammoniaque, 2 pour 100. Gr. 150.

Planche XV.

Fig. 18. Coupe transversale de la substance ponctuée du cerveau de *Marphysa sanguinea*. — *v*, vaisseau; *ps*, substance ponctuée; *cn*, cellules nerveuses situées autour du vaisseau et émettant des prolongements qui se perdent dans la substance ponctuée. Bichromate d'ammoniaque, 2 pour 100. Gr. 600.

Fig. 19. Coupe transversale d'une antenne de l'*Eunice Harassii* passant près de l'extrémité. — *cu*, cuticule; *h*, cellules épithéliales; *cn*, cellules basales de nature nerveuse ou névroglique; *n*, nerf en coupe transversale. Bichromate d'ammoniaque, 2 pour 100. Gr. 172.

Fig. 20. Portion d'une coupe longitudinale axiale d'une antenne de l'*Eunice torquata*. — *cu*, cuticule; *h*, cellules épithéliales; *b*, cellules épithéliales plus minces et fortement colorées en noir par l'acide osmique, elles ont pris l'aspect de véritables bâtonnets; *cf*, cellules fibrillaires se terminant dans des cils très délicats *ct*, faisant saillie à la surface de la cuticule; *cn*, cellules nerveuses et névrogliques; *pb*, prolongements basilaires des cellules épithéliales, fibrillaires et en bâtonnet, qui, après avoir traversé les groupes de cellules basales, pénètrent dans le nerf; *n*, nerf en coupe longitudinale. Acide osmique. Gr. 440.

Fig. 21. Groupe de deux ou trois cellules épithéliales des antennes simulant un élément cellulaire à prolongements multiples. Bichromate d'ammoniaque à 2 pour 100. Gr. 714.

Fig. 22. Une cellule épithéliale des antennes munie d'un plateau épais. Bichromate d'ammoniaque. Gr. 714.

Fig. 23. Une longue cellule épithéliale. Même réactif. Même grossissement.

Fig. 24. Groupe de cellules épithéliales d'une antenne de l'*Eunice torquata* montrant les rapports exacts des cellules épithéliales avec les cellules basales nerveuses ou névrogliques. Cette préparation a été obtenue d'une pièce soumise à une macération prolongée dans le bichromate d'ammoniaque à 2 pour 100 et dissociée ensuite dans la glycérine renfermant une faible quantité d'éosine hématoxylique. Tous les détails du dessin ont été exactement copiés à l'aide de la chambre claire. — *h*, cellules épithéliales de l'hypoderme; *cn*, cellule nerveuse. Gr. 714.

Fig. 25. *c*, cellule nerveuse et *f*, fibres nerveuses du nerf de l'antenne. Gr. 928.

Fig. 26. Coupe verticale du repli bucco-céphalique renfermant l'organe de la nuque. La coupe est longitudinale, mais ne passe pas par le plan médian, elle est un peu latérale. — *s*, dépression existant dans le repli céphalique en face des cils vibratiles de l'organe de la nuque; *cu*, cuticule; *h*, cellules épithéliales hypodermiques; *cn*, éléments de la couche nucléaire, on en distingue un petit groupe en arrière de l'organe de la nuque; *on*, organe de la nuque avec ses cellules allongées et flexueuses, sa cuticule amincie et ses cils vibratiles; *mb*, membrane basale de l'hypoderme se continuant en avant pour limiter inférieurement le cerveau; *fm*, fibres musculaires. Liqueur de Lang, première formule. Gr. 215.

Planche XVI.

Fig. 27. Un des yeux de l'*Eunice Harassii*, vu d'après une coupe passant exactement par l'axe. — *cu*, cuticule; *h*, cellules épithéliales des téguments; *o*, pore dont la cuticule est percée au niveau du pôle antérieur de l'œil; *cr*, cristallin; *mc*, membrane cristallinienne se continuant avec les parois du pore, c'est-à-dire avec la cuticule; *cv*, corps vitré formé de bâtonnets réfringents en continuité chacun avec un élément de la rétine; *rp*, rétine. On voit qu'elle est formée de cellules cylindriques chargées de pigment dans leur région moyenne et devenues transparentes à leur extrémité pour constituer le corps vitré; *cn*, couche des cellules nerveuses de la rétine. Liqueur de Lang, première formule. Gr. 156.

Fig. 28. Corps vitré et rétine de l'œil de l'*Eunice torquata*. — *mc*, membrane du cristallin; *rp*, cellules en bâtonnet de la rétine, transparentes à leur sommet; *cv*, pour constituer le corps vitré; chargées de pigment dans leur région moyenne et offrant au même niveau des noyaux ovoïdes tous disposés à la même hauteur; *cn*, cellules nerveuses en rapport avec les pieds des cellules de la rétine et émettant des fibres *fn*, qui forment tout autour de l'œil un plexus de fibres nerveuses. Acide osmique. Gr. 470.

Fig. 29. Partie d'une coupe transversale totale de l'*Eunice Harassii* montrant deux lobes d'une glande pédieuse, et l'extrémité périphérique d'un organe segmentaire avec le pore de sortie qui le fait communiquer avec l'extérieur. — *cu*, cuticule; *h*, cellules épithéliales des parois du corps; *mc*, fibres musculaires circulaires; *v*, vaisseau; *gp*, glande pédieuse; *os*, organe segmentaire; *ps*, pore percé à travers la cuticule. Liqueur de Lang, première formule. Gr. 246.

Fig. 30. Organe pigmentaire latéral de l'un des derniers segments de l'*Eunice Harassii* vu sur une coupe transversale. — *cu*, cuticule; *h*, cellules épithéliales des parois du corps; *b*, branchie; *es*, cellules de la base du cirrhe ventral; *op*, organe pigmentaire latéral avec ses soies; *s*, soies de l'organe pigmentaire. Liqueur de Lang, première formule. Gr. 160.

Fig. 31. Organe pigmentaire latéral d'un segment de nouvelle formation. On voit que le pigment si abondant dans la figure précédente est ici encore

presque complètement absent; *s*, soie; *cg*, gaine cellulaire de ces soies rappelant les cellules de la gaine des soies ordinaires; *cp*, une de ces cellules commençant à montrer des grains de pigment qui indiquent un début de transformation. Liqueur de Lang, première formule. Gr. 246.

Fig. 32. Soie d'un segment régénéré, elle est en voie de formation et encore entièrement contenue dans sa gaine. — *s*, soie; *cm*, cellule mère de la soie; *cg*, cellules de la gaine; *cp*, cellules péritonéales dont les noyaux seuls sont visibles. Ils sont séparés des cellules de la gaine par une membrane délicate. Liqueur de Lang, première formule. Gr. 346.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LES

FONCTIONS HYDROSTATIQUES DE LA VESSIE NATATOIRE

Par M. le Dr L. CHARBONNEL-SALLE

Professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Besançon.

AVANT-PROPOS

Dans la plupart des Traités classiques de zoologie, même les plus récents, un rôle important dans la locomotion est attribué à la vessie pneumatique des Poissons : par la contraction et le relâchement de muscles, soit intrinsèques, soit extrinsèques, cet organe, et par conséquent le corps tout entier, seraient susceptibles de changements actifs de volume. Ainsi, le Poisson faciliterait le jeu de ses nageoires par des variations volontaires ou instinctives de son poids spécifique, augmentant celui-ci par compression quand il veut descendre, le diminuant lorsqu'il veut monter. Il serait un ludion portant en lui-même la cause active de ses déplacements.

Cette théorie fut émise, en 1685, par Borelli. Elle ne reçut jamais la sanction de l'expérience, mais séduisit à ce point les naturalistes qu'elle fut et est encore enseignée comme une vérité démontrée.

Plus récemment, J. Müller estima que la vessie bilobée des Cyprins, outre la fonction hydrostatique générale ci-dessus définie, peut encore en remplir une autre, plus spéciale. Le refoulement alternatif des gaz de l'une à l'autre poche aurait pour effet de changer la position du centre de gravité et d'aider aux mouvements de bascule par lesquels le Poisson fait varier la direction de son axe. Le professeur Monoyer a

contribué à vulgariser cette idée en publiant quelques faits qui semblent lui prêter appui; mais la démonstration, de l'aveu même de l'auteur, n'est pas rigoureuse. L'hypothèse n'en fut pas moins aisément acceptée comme un fait, et quelques zoologistes paraissent même lui prêter un caractère de généralité qu'elle n'eut pas tout d'abord, en l'étendant à la classe entière des Poissons.

Il faut reconnaître que ces vues de l'esprit ont en leur faveur la vraisemblance anatomique, bien souvent guide infidèle; elles avaient en outre l'avantage, autrefois précieux, de satisfaire au principe des causes finales en dotant de fonctions utiles un organe qui tient grande place dans la structure du type ichtyologique. Quand on considère des Perches, des Cyprins qui montent et descendent avec tant d'aisance, dont la vessie natatoire à parois souples est logée dans une cavité viscérale enceinte de muscles puissants, il est naturel de penser que le volume de cette vessie varie d'une manière synergique avec les efforts des nageoires et qu'elle est un auxiliaire des organes de la locomotion.

Dans ce travail, nous avons soumis ces affirmations au contrôle de l'expérience : les résultats ne leur sont point favorables. Pour nous, les deux théories résumées plus haut sont autant d'erreurs. Que la théorie des déplacements du centre de gravité, jusqu'ici indemne de toute vérification positive, ait trouvé crédit, comme plausible, et même séduisante, il n'y a rien d'étonnant; mais la doctrine de Borelli fut réfutée expérimentalement par A. Moreau. Dans l'excellent mémoire qu'il publia en 1876, sur les fonctions de la vessie natatoire, ce physiologiste montra que le Poisson ne met pas à profit pour monter et descendre les changements de volume que sa vessie peut subir pendant les fortes contractions de ses muscles locomoteurs. Il est vrai que cette réfutation n'est pas tout à fait complète, et laisse subsister quelques doutes; toujours est-il qu'elle paraît généralement méconnue, à tel point que l'on n'emploie même pas, pour énoncer l'erreur traditionnelle, la forme dubitative. Nous lisons par exemple

dans le *Traité de zoologie* de Claus (1) : « Lorsque cet organe existe, le Poisson possède la faculté de le comprimer en partie par le jeu des fibres musculaires de la paroi, en partie par l'action des muscles du tronc, et dès lors le corps devenu plus pesant s'enfonce. Lorsque la contraction musculaire cesse, l'air comprimé se dilate de nouveau, le poids spécifique diminue et le Poisson remonte à la surface. Si la compression agit irrégulièrement sur la partie antérieure et la partie postérieure, le centre de gravité change de place et l'une des moitiés devenue plus lourde s'enfonce. » Dans le Traité de zoologie de von Hayek, dans la *Physique médicale* de Wundt, dans plusieurs ouvrages classiques publiés en France, dans le grand Traité de R. Owen sur l'*Anatomie comparée des Vertébrés*, etc., même opinion, exprimée en termes formels.

On trouve au contraire dans le *Précis de zoologie médicale*, de M. Carlet, un résumé aussi clair qu'exact de cette question, d'après les données d'A. Moreau ; il en est à peu près de même des indications consignées par M. Railliet dans ses *Éléments de zoologie médicale et agricole.*

C'est dans le but de rappeler l'attention sur la démonstration d'A. Moreau, de la compléter et de la rendre plus saisissante que nous publions aujourd'hui nos expériences, dont la plupart ont été faites à l'aide de la méthode graphique. C'est la première fois, croyons-nous, que cette méthode est appliquée à la solution de pareil problème. Nous avons inscrit, au moyen d'instruments fort simples, les variations de la pression à l'intérieur de la vessie pneumatique, dans les diverses conditions de la station et de la locomotion : ces variations sont nécessairement corrélatives de celles du volume total du corps.

Les tracés obtenus, en même temps qu'ils nous renseignent sur la question de savoir si la vessie est soumise à des actes musculaires concordants avec ceux de la locomotion, nous

(1) Claus, *Traité de zoologie*, trad. par Moquin-Tandon, 1884, p. 1189.

ont fourni quelques données sur le mode de contraction des muscles des Poissons, sujet encore inexploré et ressortissant à la physiologie générale des tissus musculaires.

Nous donnerons, avant d'exposer nos procédés et nos résultats, un court résumé historique de la question.

HISTORIQUE

Il importe avant tout de remarquer que la théorie de Borelli (*De motu animalium*, 1685), admise dans sa teneur première par la majorité des auteurs, a été, par quelques-uns, profondément modifiée.

Nous voulons surtout faire ressortir dans cet historique ces formes variées, au gré du sentiment des naturalistes, qu'a successivement revêtues la doctrine, très enracinée, que nous nous proposons de combattre.

Ainsi, parmi les anciens, Ray et Willughby, Cl. Perrault (*Mécanique des animaux*), Artédi (*Ichthyologia*, 1738), Fr. Gmelin (13e édit. du *Systema naturæ de Linné*, 1789), pensèrent, comme Borelli, que le Poisson comprime ou relâche sa vessie par ses muscles pour faciliter la descente ou l'ascension : *la compression* seule serait un phénomène actif.

Biot (*Mémoires de la Société d'Arcueil*, 1807) accepte la même opinion.

Mais Ét. Geoffroy Saint-Hilaire (*Description de l'Égypte*, t. I, 1809), ayant observé des Poissons « invinciblement retenus au fond » après l'ablation de la vessie natatoire admit la *dilatation active* par les « muscles furculaires », en vue de l'ascension ; le repos du système amènerait seul la compression. C'est la théorie de Borelli prise en sens inverse.

A la même époque, Delaroche (*Annales du Muséum*, 1809) fit subir à la théorie hydrostatique une transformation plus profonde : le Poisson agirait sur sa vessie, non pour changer de niveau, mais pour rester en place ; il rétablirait par des

changements de volume de sa vessie, l'égalité entre son poids spécifique et celui de l'eau, égalité nécessaire pour une facile locomotion. Il est vraï, en effet, qu'à chaque déplacement dans le sens vertical correspond un changement du poids spécifique du corps, dû à la hauteur variable de la colonne d'eau qui le surmonte.

Mais dans son rapport sur le travail de Delaroche, Cuvier (1809) rejeta les vues de cet auteur et déclara « s'en tenir aux idées de Borelli sur l'emploi de la vessie aérienne des Poissons ».

Après cette consécration magistrale, la théorie fut définitivement reçue. En Allemagne, J. Müller (1), puis Stannius (2), l'appuyèrent de leur autorité; en France, Duméril (3), Daguin (4), l'énoncèrent dans leurs ouvrages. Signalons cependant quelques restrictions prudentes, ou protestations isolées :

Dugès (*Traité de physiologie comparée*, t. II, p. 132), citant le fait observé par Gerdy, d'une Carpe à vessie crevée qui s'élevait sans difficulté à la surface; M. Gouriet publiant de nombreuses expériences du même genre (5), rejettent formellement toute participation active de la vessie à la locomotion. D'après ce dernier auteur, « ce n'est point parce qu'il presse ou dilate sa vessie que le Poisson descend ou monte, c'est plutôt parce qu'il descend ou monte que sa vessie se trouve pressée ou dilatée ». Le fait est incontestable, mais les expériences de M. Gouriet, tout en prouvant que le Poisson *peut* encore monter et descendre après ablation de sa vessie, ne prouvent pas que la vessie n'aide pas activement la locomotion. L'opinion est exacte, mais la démonstration est insuffisante.

Le problème hydrostatique fut nettement posé, mais

(1) Müller, *Untersuchungen über die Eingeweide der Fische*, Berlin, 1845.
(2) Stannius, *Anatomie der Wirbelthiere*, Berlin, 1854.
(3) Duméril, *Mém. Acad. des sc.*, 1856, t. XXVII.
(4) Daguin, *Traité de physique*, t. I, p. 163, 1868.
(5) *Annales des sc. nat.*, 1866, p. 369.

incomplètement résolu par Harting (1), dont le travail contient la description d'un appareil, le *physomètre*, destiné à mesurer le volume d'un Poisson captif dans une cage et porté à des niveaux variés. C'est en suivant une méthode analogue qu'Arm. Moreau a réalisé les expériences, aussi nombreuses qu'exactes, dont nous rappellerons brièvement les résultats.

Le travail de ce physiologiste (2) est assurément le plus approfondi qui ait été publié sur les fonctions de la vessie pneumatique. Divers usages de cet organe, relatifs à la respiration, à l'audition, à la phonation, y sont analysés avec soin ; nous n'y insisterons pas et résumerons les faits concernant notre étude actuelle. A. Moreau enfermait des Poissons (Perche, Labre, etc.) dans un récipient de verre, hermétiquement clos et rempli d'eau, muni d'un tube capillaire ouvert à l'extérieur. Il a vu, par les déplacements de la colonne liquide dans le capillaire, le Poisson subir passivement des variations de volume dues à la pression variable de la colonne d'eau qu'il supporte. Aucune contraction musculaire n'impressionne la vessie au cours de la locomotion tranquille; mais en provoquant de brusques mouvements volontaires de l'animal, ou bien en l'excitant par des courants instantanés, on observe des réductions de volume, de très courte durée. Quel est donc le rôle hydrostatique de la vessie? Est-elle donc un organe inutile ou même nuisible? On sait, en effet, qu'elle est la cause de la tendance au décubitus dorsal, caractéristique du Poisson malade ou mort; vivant, il doit constamment lutter, par ses nageoires, contre cette tendance fâcheuse. En réalité, elle présente à la fois inconvénients et avantages : dangereuse quand le Poisson veut changer brusquement de niveau, car il doit lutter contre l'expansion ou le retrait des gaz qui tendent à l'entraîner violemment, elle est utile à celui qui vit dans une zone à peu près fixe. Dans ce cas, par des phénomènes lents de sécrétion ou d'absorption

(1) Harting, *le Physomètre*, etc. (*Archives néerlandaises*, t. VIII, 1872).

(2) Arm. Moreau, *Mémoire sur les fonctions de la vessie natatoire* (*Ann. des sc. nat.*, t. IV, 1876).

gazeuses, elle permet au Poisson de « prendre la densité de l'eau » et d'obtenir ainsi le maximum de facilité pour la locomotion. C'est là une donnée tout à fait nouvelle.

Mais est-il absolument certain que les diminutions de volume, dues à de fortes contractions des muscles latéraux, n'ont aucune influence utile? Quand il plonge rapidemen le Poisson n'est-il pas aidé par l'augmentation de densité ainsi produite? M. Milne Edwards, dans ses *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée* (t. XI, p. 73), exprime, à cet égard, un doute; il ne lui paraît pas démontré « que l'animal ne profite pas de la faculté qu'il possède de faire varier le volume de sa vessie aérienne lorsqu'il veut changer de niveau ».

Il nous a donc paru nécessaire d'analyser d'une façon tout à fait précise les influences qui peuvent impressionner la vessie; de voir si les changements de volume dont elle est le siège ont une durée, une intensité et, pour ainsi dire, une opportunité telles qu'ils puissent aider la locomotion; ou bien, si, purement accidentels, il sont dénués de toute portée physiologique. A ces questions, l'expérience va donner réponse.

APPAREILS ET PROCÉDÉS OPÉRATOIRES

Nous nous proposons d'inscrire les variations de pression dans la vessie natatoire chez quelques Poissons vulgaires, tels que Carpe, Tanche, Brochet, Perche, Anguille.

Ces variations peuvent être de deux ordres :

Les unes, hydrostatiques et passives, résultent des changements de hauteur de la colonne d'eau qui pèse sur le Poisson, tandis qu'il monte ou descend.

Les autres, physiologiques et actives, sont dues à l'action des muscles.

Il ne s'agit ici que de variations *rapides*, telles qu'on peut les observer pendant la locomotion, et nullement des changements lents de pression, résultant de sécrétion ou absorption des gaz par la surface interne de la vessie.

Les tissus du Poisson étant incompressibles, toute augmentation de pression à l'intérieur de la vessie répond à une diminution de volume du corps, tout abaissement de pression à un accroissement de ce volume. En rapprochant les résultats de la méthode graphique, inscrivant la pression, de ceux obtenus par la méthode physométrique, mesurant les volumes, nous pourrons donc estimer numériquement les changements du poids spécifique dus aux contractions des muscles et nous faire une idée exacte de leur influence.

A travers la peau et les muscles, sans nulle lésion grave, on enfonce jusque dans la vessie un trocart d'une longueur telle que son extrémité atteigne le centre de l'organe; le diamètre est celui du trocart explorateur des chirurgiens. On fixe l'instrument par deux points de suture, grâce à une petite plate-forme circulaire dont il est muni, plate-forme appuyant sur la peau et percée de deux trous. Une enquête topographique a déterminé les lieux d'élection. Le poinçon du trocart enlevé, un tube de caoutchouc très mince et léger fait communiquer l'extrémité libre, élargie, du tube explorateur avec un appareil construit d'après le type du sphygmoscope de MM. Chauveau et Marey, c'est-à-dire avec une ampoule de caoutchouc, très souple, contenue dans un manchon de verre hermétiquement clos; un ajutage latéral, muni d'une pince à pression, permet de distendre légèrement, à la fois la vessie natatoire et l'ampoule sphygmoscopique ainsi conjuguées, en même temps qu'un manomètre à eau mesure la pression, rétablie ainsi artificiellement dans la vessie. Cette pression doit être autant que possible égale à la pression normale. Nous avons dû, par des expériences spéciales, dont le détail serait oiseux, mesurer cette pression normale chez nos sujets d'expériences, exposés à la seule pression atmosphérique. Elle paraît assez variable. Nous l'avons trouvée, en moyenne, égale :

Chez la Tanche, à 13 ou 14 centimètres d'eau;
— le Brochet, à 4 centimètres;
— la Perche, à 6 centimètres.

Il ne reste plus qu'à mettre en relation le manchon du sphygmoscope avec un tambour à levier pour inscrire sur un cylindre de Marey les variations de la pression, toute augmentation étant marquée par une ascension du levier, toute diminution par un abaissement.

Lorsque le Poisson change de niveau, les graphiques obtenus sont complexes ; ils traduisent à la fois les variations hydrostatiques et les variations physiologiques de la vessie, et il serait difficile d'attribuer à chacune des deux causes la part qui lui revient. Pour démêler ces éléments superposés, nous avons eu recours à l'artifice suivant : une ampoule élastique, munie d'une canule en verre, est fixée à la région dorsale de l'animal, en un point tel que la position du centre de gravité sur l'axe longitudinal ne soit pas modifiée ; un contrepoids, à la région ventrale, permet de compenser l'allègement. Cette ampoule exploratrice des pressions hydrostatiques est comprimée quand l'animal descend, relâchée quand il monte ; reliée à un appareil en tout semblable au précédent, elle fournit un tracé qui ne diffère du tracé de la vessie natatoire que par l'absence des actes musculaires, éléments surajoutés, dont celle-ci est susceptible.

Que les choses se passent bien comme nous venons de le dire, c'est ce qu'il est facile de vérifier d'une façon rigoureuse ; et le résultat de ce contrôle, essentiel pour la bonne économie de nos expériences, constitue déjà, en lui-même, une donnée scientifique digne d'intérêt. Des Poissons paralysés par le curare ou la section de la moelle, et préparés suivant le dispositif indiqué, ont été promenés en tous sens dans notre aquarium, suivant des directions obliques ou verticales ; et nous avons toujours vu le tracé de la vessie natatoire suivre fidèlement celui de l'ampoule hydrostatique, en reproduisant ses moindres accidents. Il suffit d'un changement de niveau de 1 centimètre pour que le levier de la vessie natatoire témoigne nettement d'une modification de la tension intérieure : tel est le degré de sensibilité de l'appareil, largement suffisant pour le but que nous poursuivons. Nous avons même

pu constater ainsi, chez la Tanche, que les mouvements respiratoires de grande amplitude ébranlent légèrement la loge antérieure de la vessie et se traduisent par de faibles oscillations de la colonne d'eau du manomètre. Ainsi, malgré la protection fournie par l'épaisse paroi ostéo-musculaire du tronc, la vessie subit passivement les moindres variations de pression extérieure. Ce premier résultat de nos recherches est en parfait accord avec les données d'A. Moreau. Enfin il est à peine utile de mentionner une foule de précautions familières à tous les physiologistes, et dont l'importance est grande. C'est ainsi qu'après chaque expérience bien réussie, l'autopsie fut pratiquée pour s'assurer de la position du trocart ou de l'absence d'hémorrhagie interne; c'est ainsi encore qu'il importe, avant d'inscrire, de laisser reposer longtemps le Poisson, fatigué et à demi asphyxié par l'opération.

Les tracés obtenus dans les conditions précédentes font connaître seulement la durée et la forme des contractions agissant sur la vessie, ainsi que le moment de leur production; mais, pour mesurer la valeur absolue de la diminution de volume du corps à laquelle elles correspondent, il faut avoir recours à une autre méthode. Nous avons employé celle d'A. Moreau. Un grand flacon, exactement rempli d'eau, reçoit le Poisson, puis est fermé par un bouchon de caoutchouc porteur de deux tubes en verre : l'un de ces tubes, muni d'un robinet, permet la complète extraction de l'air; l'autre, très étroit et horizontal, porte une graduation et sert à évaluer en centimètres cubes toute réduction de volume. Des fils conducteurs traversent le bouchon, par lesquels, dans certaines expériences, des courants induits sont transmis à travers l'eau jusqu'aux tissus du Poisson.

Nos expériences ont été faites sur des représentants de divers groupes naturels. Nous avons successivement examiné des Poissons physostomes, c'est-à-dire dont la vessie communique avec l'œsophage par un canal pneumatophore : la Tanche, parmi les Cyprins, le Brochet, l'Anguille; et un Poisson

physocliste, à vessie close, la Perche. Nous avons trouvé que cette différence de structure n'entraîne aucune différence dans les résultats et, par conséquent, importe peu à la recherche qui nous occupe. Jamais, en effet, dans ses plus violents efforts, le Poisson à canal pneumatique ne rejette par la bouche la moindre bulle de gaz; il faut, pour amener ce résultat une *dépression extérieure* assez forte, telle qu'on peut la produire au moyen d'une pompe aspirante ou telle que le Poisson lui-même la réalise, dans les conditions naturelles, par une translation brusque de la profondeur à la surface.

Grâce à notre dispositif expérimental, il nous a été possible d'étudier les variations de la pression à l'intérieur de la vessie natatoire dans trois conditions fort différentes :

1° Le Poisson conserve un poids spécifique égal à celui de l'eau, tel qu'il le possède, au moins d'une façon très approximative, au voisinage de la surface dans les circonstances biologiques normales (1). Nous avons réalisé cette condition en compensant exactement, par un contrepoids ventral, l'allègement dû à l'ampoule dorsale ou hydrostatique;

2° Cet allègement n'est pas compensé, ou du moins l'est insuffisamment; le Poisson est plus léger que l'eau;

3° Un contrepoids trop fort rend le Poisson plus lourd que l'eau.

Dans le premier cas, la locomotion a lieu normalement, sauf la gêne légère occasionnée par les tubes de caoutchouc que l'animal traîne à travers l'aquarium; nous avons réussi d'ailleurs à diminuer cet effet nuisible par divers artifices.

Dans le deuxième cas, le Poisson est obligé de faire effort pour s'enfoncer; et s'il possédait réellement, suivant l'idée classique, un mécanisme adjuvant, un compresseur de sa vessie, il devrait en user avec énergie.

Dans le troisième cas, il doit lutter pour s'élever et, s'il le

(1) Tel est du moins le cas pour les Poissons vivant depuis quelques jours dans un aquarium peu profond et dont la densité, comme il a été dit ci-dessus (p. 11), s'est adaptée à celle de l'eau.

pouvait, devrait mettre en jeu le mécanisme dilatateur admis par Ét. Geoffroy Saint-Hilaire.

Nous avons pris ainsi trois séries de tracés pour chaque espèce examinée. Les résultats n'ont pas varié; Perche, Tanche, Brochet, ont fourni des graphiques d'une similitude, je dirais presque d'une monotonie remarquable.

La figure 1 est un fragment d'une longue inscription due à une Perche, se déplaçant à loisir, sans nulle excitation extérieure. Les nageoires pectorales et ventrales font office de

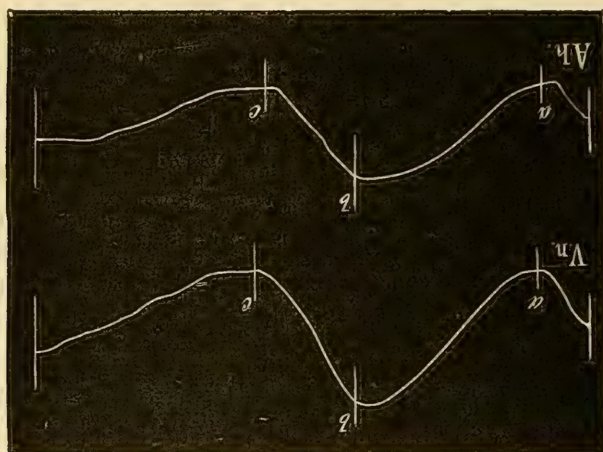


Fig. 1. — Perche : locomotion tranquille, trois changements de niveau ; aucune contraction musculaire sur le graphique de la vessie natatoire V *n* ; A *h*, graphique de l'ampoule hydrostatique.

rames, la nageoire caudale effectue de faibles mouvements latéraux, mais il n'y a pas de foulées énergiques avec torsion du tronc. Le tracé de la vessie, V *n*, est identique et parallèle à celui de l'ampoule hydrostatique. L'animal s'enfonce de *a* en *b*, il remonte de *b* en *c*, sans qu'une inflexion brusque signale, en un point quelconque, une contraction de muscles agissant sur la vessie, soit pour la comprimer ou la dilater, soit pour rétablir, après chaque déplacement, le poids spécifique modifié par la pression variable de l'eau. Nous pouvons affirmer, et nous en aurons dans un instant la preuve, que, dans ces conditions, des actes musculaires ne passeraient pas

inaperçus : ils se traduiraient nécessairement par de brusques élévations de la courbe V *n* et rompraient l'harmonie des deux tracés.

On remarquera peut-être que la courbe A *h* est, d'une façon générale, moins accentuée, plus surbaissée que la courbe V *n*. Cela tient tout simplement à la distension un peu trop forte de l'ampoule hydrostatique obéissant ainsi moins bien aux changements de pression que la vessie natatoire. Nous obser-

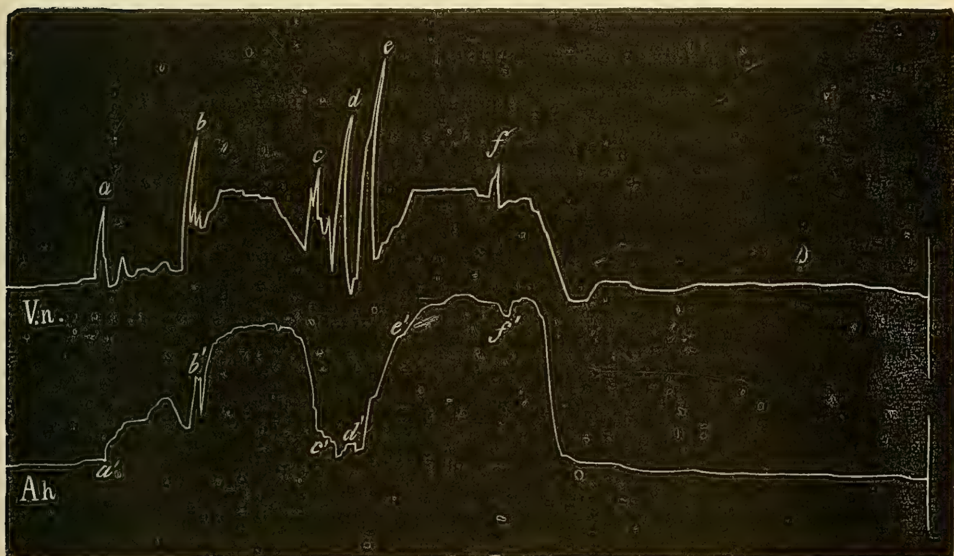


Fig. 2. — Perche : allègement par l'ampoule hydrostatique, sans contrepoids; efforts pour descendre, manifestés par des coups répétés de la nageoire caudale ; V *n*, tracé de la vessie natatoire ; A *h*, tracé de l'ampoule hydrostatique.

vons l'effet inverse dans une foule d'autres tracés, la distension de l'ampoule ayant été plus modérée.

Voici maintenant (fig. 2) les tracés fournis par la même Perche, délivrée de son lest ventral et plus légère, par conséquent, que l'eau. Au repos, l'animal demeure à la surface ; mais, après quelques heures, il est devenu fort irritable et, au moindre contact, se précipite au fond de l'aquarium, puis remonte, pour redescendre encore de toute sa vitesse. Le parallélisme général des deux courbes est conservé, mais un

élément se surajoute au tracé V *n* : des coups de queue violents, véritables *secousses* des muscles latéraux, tordant le Poisson sur son axe, retentissent sur la vessie et en hérissent le graphique. La tension intérieure augmente donc brusquement à chaque foulée caudale, puis retombe, au moment où la nageoire, après avoir fouetté à droite, se recourbe à gauche en repassant par l'axe du corps. Point de pression soutenue, précédant et accompagnant le départ, mais des efforts brefs

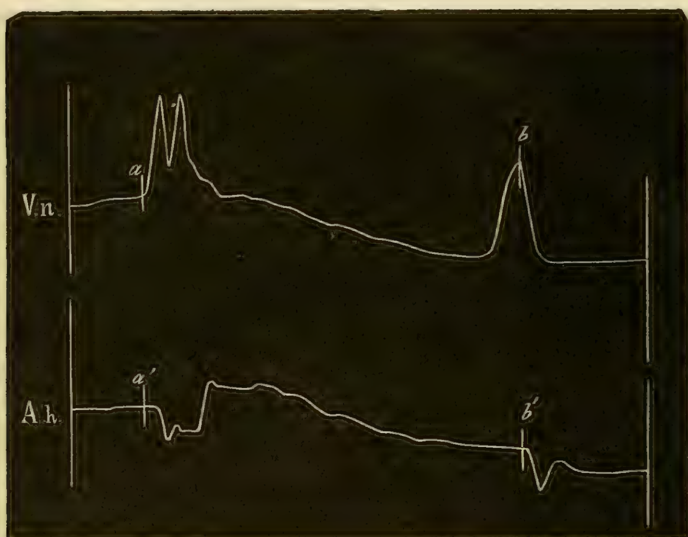


Fig. 3. — Tanche ; un poids additionnel ; efforts pour gagner la surface ; en *a* et *b*, des coups de la nageoire caudale produisent des mouvements ascensionnels marqués en *a'* et *b'* sur le graphique hydrostatique.

et réitérés, après chacun desquels la pression retombe au zéro, si la pression hydrostatique, augmentée par l'immersion du Poisson, ne la maintient à un niveau plus élevé. Ainsi, après la secousse *b*, la courbe de descente ne retombe pas au niveau primitif, car l'animal s'est enfoncé au point *b'*; au contraire, après *c* et *d*, la courbe descend plus bas que le point de départ, parce que, malgré ses efforts, le Poisson est entraîné vers la surface jusqu'à ce que la secousse *e*, plus violente, le fasse progresser vers le fond.

La figure 3 représente un tracé fourni par la Perche lestée

au moyen d'un poids dépassant de 2 grammes le poids rigoureusement nécessaire pour équilibrer l'ampoule hydrostatique. Si le Poisson se trouve dans une eau non renouvelée et pauvre en oxygène, il se livre à de fréquents efforts d'ascension; on obtient d'ailleurs le même résultat en le touchant avec une baguette. On voit sur ce tracé trois coups énergiques de la nageoire caudale, dont les deux premiers se succèdent très rapidement; à chacun correspond, en a' et en b', un brusque mouvement ascensionnel. Les deux tracés de la vessie et de l'ampoule sont d'ailleurs toujours parallèles dans leur ensemble, sauf les accidents subits, dont ici la discordance est le caractère frappant : au lieu de dilater sa vessie pour favoriser son ascension, le Poisson la comprime violemment à chaque contraction et l'effet produit est identique, qu'il tende vers la surface ou vers la profondeur.

Ce résultat constant des expériences paraîtra peut-être suffisant pour juger la théorie du Poisson-ludion : en attribuant à la compression de la vessie un rôle utile dans la descente, on est obligé de lui attribuer un effet nuisible pour l'ascension; et le même mécanisme, s'il existait réellement, serait ainsi favorable aux déplacements de haut en bas, défavorable en sens contraire? Mais poursuivons au delà de ce premier résultat l'analyse des phénomènes dont la vessie subit passivement l'influence et rendons la démonstration encore plus saisissante. Il suffit de mesurer directement la valeur réelle de l'augmentation de poids spécifique au moment de la contraction la plus forte, ainsi que la durée d'action de cette force dont l'application au centre de poussée du Poisson tendrait à favoriser sa descente.

Nous avons mis divers Poissons, de poids déterminés, dans l'appareil volumétrique décrit plus haut, et nous avons mesuré avec soin la diminution de volume très brève que chacun présente au moment de la secousse musculaire, spontanée ou provoquée par des courants induits. D'autre part nous avons inscrit sur le cylindre tournant à grande vitesse les secousses transmises au tambour à levier par la vessie natatoire fonc-

tionnant à la manière d'un myographe à transmission et munie du trocart explorateur. Les sujets d'expérience étaient exempts de toute fatigue et possédaient, autant que possible, toute leur vigueur. Un diapason à cent vibrations doubles par seconde nous donnait la mesure de la durée totale des secousses, ainsi que les durées respectives des deux périodes d'ascension et de descente du levier. Cette durée est fort variable suivant diverses conditions, telles que hauteur de la secousse, température, fatigue, celle-ci survenant d'ailleurs assez promptement. Voici, pour la scousse d'amplitude très grande, les résultats d'une de nos expériences :

Tanche de 71 grammes....	Diminution de volume.....	0^{cc},32
	Durée de la secousse......	0^{sec},18
Brochet de 65 grammes....	Diminution de volume.....	0^{cc},44
	Durée de la secousse......	0^{sec},17
Perche de 86 grammes.....	Diminution de volume.....	0^{cc},31
	Durée de la secousse......	0^{sec},15

La durée totale des secousses se décompose en ses deux éléments de la manière suivante :

Tanche :	ascension,	0,07 ;	descente,	0,11
Brochet :	—	0,07 ;	—	0,10
Perche :	—	0,05 ;	—	0,10

Il résulte des chiffres consignés dans ce tableau qu'au moment où nos Poissons se contractent le plus violemment, la force nouvelle appliquée à leur centre de gravité par suite de la diminution de volume n'atteint dans aucun cas 0^{gr},50 et que cette force si faible relativement à la masse sur laquelle elle frappe, agit pendant 5 à 6 centièmes de seconde, durée moyenne du raccourcissement de la fibre musculaire. C'est là évidemment une percussion bien faible et de bien courte durée pour mouvoir une masse aussi grande.

Encore avons-nous pris pour base de calcul la condition la plus favorable à la théorie, c'est-à-dire la contraction la plus

violente accompagnée d'une incurvation très forte du tronc. Or il résulte de toutes nos observations que les diminutions de volume de $0^{cc},32$, $0^{cc},44$, $0^{cc},31$ se produisent seulement quand le Poisson se tord en arc et que des contractions, même énergiques, si cette condition de l'incurvation prononcée n'est pas réalisée, produisent de très faibles compressions

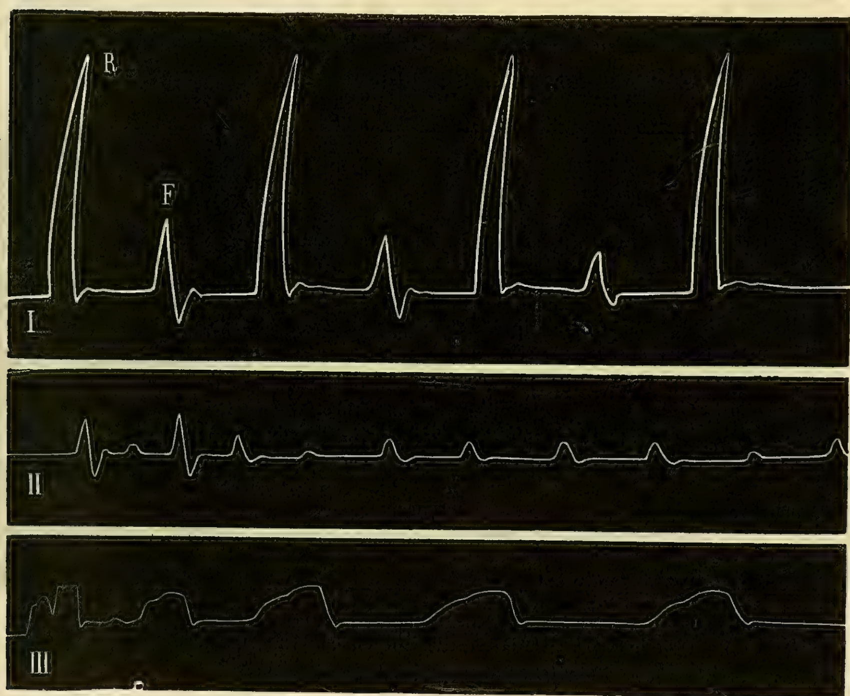


Fig. 4. — Secousses musculaires obtenues, par courants induits, sur une Tanche; même intensité pour les trois tracés : I, la Tanche a la queue libre et se courbe en arc à chaque excitation; II, queue fixée, contraction des flancs sans incurvation; III, secousses modifiées par la fatigue après une centaine d'excitations; R, induit de rupture; F, de fermeture.

de la vessie. Aussi, quand l'animal s'agite, même vivement dans l'appareil volumétrique, sans s'incurver avec force, on observe des mouvements de recul de la colonne liquide atteignant à peine 25 à 30 millimètres cubes. La figure montre bien les différences des augmentations de pression suivant que le Poisson peut s'incurver librement ou en est empêché : avec des courants de force invariable nous avons

excité un Poisson libre de toute entrave (I), puis fixé, de manière à maintenir la rectitude de son axe (II). Le tracé III montre les modifications profondes de la secousse par la fatigue : la période d'ascension, après une centaine d'excitations, présente une durée très supérieure à celle de descente et le rapport normal des deux périodes est ainsi complètement renversé.

Ainsi, la compression subie par la vessie natatoire pendant les contractions énergiques des muscles latéraux du tronc est

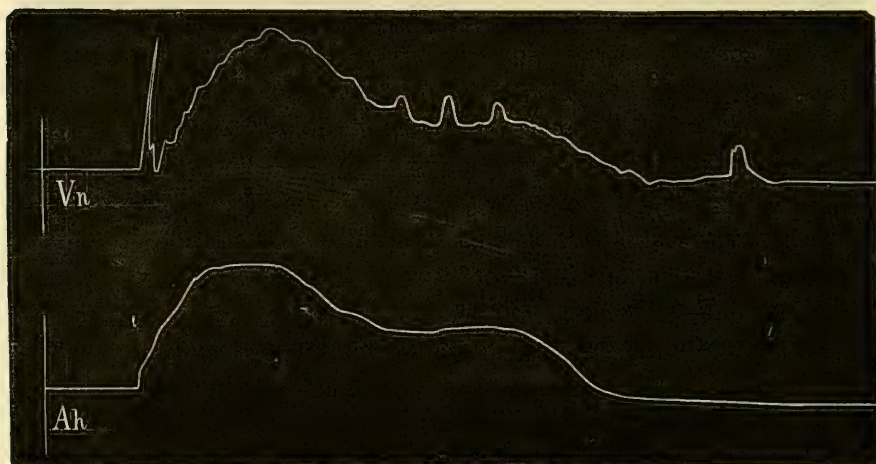


Fig. 5. — Perche à peu près équilibrée; locomotion rapide à des niveaux variés; V *n*, graphique de la vessie natatoire; A *h*, graphique de l'ampoule.

plutôt une conséquence du changement de forme de la cavité viscérale courbée sur elle-même qu'un effet direct de l'action musculaire. Dans les circonstances ordinaires de telles contractions n'ont pas de raison d'être; elles sont tout à fait exceptionnelles ; et par conséquent, pendant la locomotion, même rapide, la vessie diminue, à chaque secousse, d'une quantité inférieure à celle que nous avons prise pour base de nos évaluations. La figure 5, par exemple, est un des nombreux graphiques de locomotion rapide fournis par la Perche. Ce graphique est intermédiaire entre celui de la figure 1 (locomotion très calme) et celui des figures 2 et 3 (déplace-

ments très violents). Sur la courbe supérieure V n, se dessinent nettement les coups répétés, mais modérés, de la nageoire caudale.

Que des pressions de très courte durée s'exerçant sur la vessie natatoire soient impuissantes à produire le moindre déplacement du Poisson, c'est ce qu'il est facile de vérifier, une fois de plus, par une très simple expérience. Il suffit de construire un ludion avec un Poisson vivant, mais paralysé, en guise de figurine, et d'imposer à la vessie des réductions de volume égales ou même supérieures à celles expérimentalement obtenues. Un grand bocal muni d'un tube latéral, verticalement dressé, contient de l'eau et un Poisson en parfait équilibre, c'est-à-dire flottant immobile à mi-hauteur, sans s'élever ni s'abaisser. Une membrane de caoutchouc ferme le bocal et permet d'exercer par l'intermédiaire d'une couche d'air des pressions ou des dépressions, très brèves, mais assez fortes (50 à 60 centimètres d'eau, par exemple), lesquelles, nous l'avons vu (p. 312), sont fidèlement transmises à la vessie. Dans ces conditions, le Poisson reste tout à fait immobile, bien que la durée des pressions et même leur valeur absolue soient supérieures à toutes celles que les muscles produisent. Nous avons en effet, directement constaté, au moyen du trocart et d'un manomètre à eau que les plus violents efforts élèvent à peine la colonne liquide de 40 à 45 centimètres. Si l'on appuie longtemps sur la membrane élastique, on voit, après quelques secondes, le Poisson sortir enfin de son immobilité et descendre très lentement. Il y a là évidemment un effet d'inertie, dû à la masse de l'animal, car une sphère de verre, très légère et bien équilibrée, dans les mêmes conditions, obéit avec promptitude.

En résumé, il est inadmissible que la vessie natatoire fonctionne comme un auxiliaire des organes de mouvement et facilite l'ascension ou la descente; car, pendant la locomotion tranquille, elle ne subit que des actions musculaires très minimes, même souvent nulles; et quand les réductions de volume deviennent plus fortes, par suite de contractions éner-

giques, elles sont encore trop faibles et trop brèves, à raison de la grande masse du Poisson, pour lui imprimer le moindre mouvement. En outre, elles se produisent identiques, que le Poisson monte ou descende, fait qui suffit, à lui seul, pour leur enlever le caractère d'action adjuvante. La vessie est donc soumise à l'influence des muscles au même titre que tout autre organe contenu dans la cavité viscérale ; c'est donc un phénomène banal, dénué de toute signification fonctionnelle.

La théorie classique est donc en désaccord avec les résultats de l'expérience; on peut ajouter qu'elle représente, au point de vue théorique, une conception assez peu rationnelle. En effet, l'étude anatomique ne révèle dans l'organisation des Poissons ordinaires, tels que ceux pris pour sujets d'expérience, aucun appareil musculaire spécial, annexé à la vessie natatoire et appartenant en propre à celle-ci; nous reviendrons d'ailleurs dans un instant sur les fibres lisses indiquées par divers auteurs dans les parois de l'organe et dont l'existence, plus que douteuse, n'influerait en rien sur la locomotion. C'est donc évidemment aux muscles latéraux du tronc et à ceux des nageoires paires, c'est-à-dire aux puissances motrices des organes locomoteurs, que l'on pourrait attribuer un effet compresseur s'exerçant sur la vessie; autrement, à quelle puissance motrice serait dévolue la fonction généralement admise? Or cela revient à supposer que les mêmes muscles, au même instant, sont capables de deux sortes de travail, se contractent à la fois de deux manières différentes : par secousses brèves, ainsi que l'exige le jeu des nageoires et d'une façon soutenue, prolongée, comme l'exigerait une compression efficace de la vessie natatoire. Ces deux modes fonctionnels ne sauraient évidemment coexister, au même instant, dans la même fibre contractile.

Quant aux fibres musculaires attribuées par divers anatomistes à la vessie de certains Poissons, nous ne saurions révoquer en doute leur existence chez ceux que nous n'avons pas étudiés, Esturgeon, Polyptère, ni surtout chez les Trigles, où elles forment des faisceaux volumineux et striés; mais nous

avons dû les rechercher avec grand soin chez les espèces vulgaires soumises à nos expériences, telles que Cyprins et Brochet. Chez ce dernier Poisson, en particulier, la présence d'une couche mince de fibres lisses, tapissant le péritoine, à la face inférieure de la vessie, est indiquée d'une façon si formelle par Czermak (1), leur contraction sous l'influence des courants induits serait si évidente, que nous avons mis tous nos soins à vérifier ces deux points. Il nous a été impossible de trouver sur des vessies de Tanche le moindre indice de fibres; l'organe nous a paru entièrement constitué par des plans de faisceaux élastiques se coupant sous divers angles. Il en est de même pour le Brochet, où le feutrage des fibres élastiques est fort serré et inextricable. Réservant pour un travail ultérieur l'étude histologique de la vessie natatoire, dont beaucoup de points sont encore peu connus, nous nous bornerons à consigner ici ces résultats négatifs, parfaitement corroborés d'ailleurs par l'étude physiologique. Celle-ci a consisté à exciter par des courants induits de force graduée des vessies enlevées au Poisson vivant, en réunissant et en variant toutes les conditions possibles, pour manifester leur prétendue contractilité. Nous affirmons que celle-ci n'existe pas, ou bien est tellement rudimentaire qu'elle laisse l'expérimentateur dans le doute. Nous avons adapté un manomètre à eau à la vessie; nous avons excité celle-ci plus ou moins longtemps, soit tout à fait distendue, soit en partie dégonflée : jamais nous n'avons vu le moindre mouvement de la colonne d'eau, la moindre ride à la surface de l'organe. Ce résultat n'a pas laissé que de nous surprendre en présence des assertions des auteurs.

Il nous reste à soumettre au contrôle expérimental l'opinion exprimée par J. Müller (2), puis par Monoyer (3), touchant l'influence de la vessie natatoire sur les déplacements du centre

(1) Czermak, *Zeitschrift für*, etc., t. II, p. 121.

(2) J. Müller, *Untersuchungen über die Eigeweide der Fische* (*Mém. de l'Acad. de Berlin*, 1847).

(3) Monoyer, *Annales des sciences naturelles*, 1866, t. VI, p. 5.

de gravité. De tels déplacements sur l'axe longitudinal ont-ils lieu réellement et sont-ils capables de faire basculer le Poisson, la tête en haut lorsqu'il se dispose à monter, la tête en bas lorsqu'il se dispose à descendre? Les auteurs de cette ingénieuse hypothèse ne lui ont point attribué, d'ailleurs, un caractère de généralité; d'après leurs énoncés, elle serait applicable seulement aux Poissons à vessie bilobée, tels que les Cyprins

Quelques explications anatomiques sont ici nécessaires. Chez une Carpe ou une Tanche, la vessie natatoire, située, suivant la règle, au-dessous de la colonne vertébrale et des reins, au-dessus de l'appareil digestif, est profondément divisée par un étranglement transversal en deux compartiments : un antérieur, globuleux, situé immédiatement en arrière de l'appareil hyoïdien, et un postérieur, conique, à sommet dirigé en arrière. C'est à la base de ce dernier, près de l'étranglement, que se trouve le hile de l'organe, c'est-à-dire l'insertion du canal pneumatique et le point d'arrivée des vaisseaux et nerfs de la vessie. L'orifice de communication des deux poches offre à peu près, chez des individus de forte taille, 1 millimètre de diamètre. Ces deux parties de la vessie diffèrent par leurs connexions et leurs propriétés physiques. La loge postérieure est peu extensible ; il est impossible de distinguer, dans sa paroi, deux couches nettement isolables. La loge antérieure, au contraire, très extensible, est formée de deux membranes, emboîtées, une interne, très mince et résistante, une externe, plus épaisse, facile à déchirer ; cette dernière prend une insertion solide sur une apophyse inférieure de la deuxième vertèbre. Une cavité séreuse existe entre les deux membranes : les imprégnations d'argent nous ont révélé un endothélium très net, tapissant les parois de cette cavité. Évidemment, une telle disposition est favorable à l'expansion et au retrait de la loge antérieure. Il suffit, d'ailleurs, de placer une vessie intacte de Cyprin sous le récipient de la machine pneumatique et de diminuer la pression, pour voir la loge antérieure se distendre fortement, tandis que la postérieure conserve son volume nor-

mal. Nous trouvons l'indication de cette expérience dans le travail de M. Monoyer.

Ces particularités de structure, cette différence de propriétés physiques, ont suggéré, assez naturellement, il faut en convenir, l'idée d'un refoulement possible des gaz, d'une loge de la vessie dans l'autre, soit par le jeu des fibres musculaires propres de la paroi (dont nous contestons absolument l'existence), soit par les muscles pariétaux du tronc. Ainsi, au gré du Poisson, tantôt la partie antérieure du corps, tantôt la postérieure, seraient allégées; de là, déplacements du centre de poussée sur l'axe antéro-postérieur et facilité plus grande à changer de direction. L'axe du corps ayant été, par ce mécanisme, dirigé dans le sens voulu, les nageoires se chargent d'exécuter le mouvement de progression.

« Je ne suis pas encore en mesure, dit M. Monoyer, de donner une démonstration complète et irréfutable de cette proposition. » A l'appui de ses vues, le savant professeur cite en effet, non des expériences directes, mais deux observations fortuites, qui ne paraissent pas bien probantes, et dont aucune n'a été faite dans les conditions ordinaires et normales de la locomotion. Nous avons cherché à obtenir quelques faits positifs, quelques résultats expérimentaux favorables à ce mécanisme ingénieux, assez vraisemblable d'après les données anatomiques : constamment nous avons obtenu des résultats négatifs ou contraires à cette hypothèse. Afin de poser la question en termes tout à fait précis, nous rappellerons qu'il s'agit uniquement, pour nous, de vérifier si les mouvements de bascule sont aidés par le mécanisme indiqué, pendant la locomotion normale du Poisson; nous ne contestons nullement d'ailleurs les déplacements possibles de la masse gazeuse d'une poche à l'autre sous des influences lentes et graduelles, telles, par exemple, que l'accroissement des glandes génitales ou la réplétion du tube digestif.

I. — Les tracés (fig. 1 et fig. 5) qui nous ont déjà démontré l'absence de compression s'exerçant sur l'ensemble de la vessie, lors des changements de niveau, sont aussi contraires à

l'idée d'un déplacement alternatif de la masse gazeuse d'arrière en avant ou en sens inverse. Admettons, en effet, par hypothèse, que les muscles du tronc se contractent, tantôt plus fortement en avant, tantôt en arrière, de manière à produire un tel déplacement : nécessairement, dans les deux cas, la pression intérieure augmente. Or aucun indice de cette pression augmentée n'est visible sur les tracés. Nous avons cherché, en inscrivant sur notre cylindre, pendant un temps fort long, à surprendre un indice quelconque de cette élévation de la tension, forcément liée au travail mécanique de la distension d'une des poches par la compression de l'autre ; nos Cyprins (Tanche) portaient le trocart explorateur, soit dans la loge antérieure, soit dans la postérieure. Toujours nous avons vu le tracé suivre sa courbe régulière, simplement hydrostatique, tandis que l'animal changeait la direction de son axe.

II. — En est-il encore de même au cours des déplacements rapides, alors que les contractions des muscles locomoteurs se font sentir profondément et compriment la vessie? Celle-ci est-elle alors également pressée dans toutes ses parties? Ou bien, le gaz qu'elle contient est-il déplacé, refoulé d'une loge dans l'autre? Pour éclaircir ce point, nous avons fait l'expérience suivante. Deux trocarts identiques, enfoncés, l'un dans le flanc droit, l'autre dans le flanc gauche d'une Tanche, font communiquer les deux loges de la vessie avec deux tambours à levier, par l'intermédiaire de nos sphygmoscopes. Nous obtenons ainsi deux graphiques sur lesquels les courbes musculaires montrent une similitude absolue : de forme tout à fait identique, ces secousses sont synchrones par leurs débuts, leurs sommets et leurs fins. Ce résultat nous semble prouver que la même compression s'exerce au même instant, d'une manière uniforme en tous les points de la cavité viscérale ; car, s'il en était autrement, si l'une des loges de la vessie, plus comprimée, chassait une partie de son contenu gazeux dans l'autre, les deux tracés n'offriraient plus cette xacte ressemblance.

Cette proposition est facile à prouver. Découvrons la vessie par une ablation partielle de la paroi du corps d'un seul côté; puis, les deux trocarts restant en place, exerçons des pressions brèves et répétées, alternativement sur l'un et l'autre segment. Nous obtenons ainsi des tracés dont la figure 6 montre un exemple, et sur lesquels s'accusent de profondes différences entre les courbes, les unes (tracé I) résultant de la transmission directe du choc au tambour par le tube explorateur de

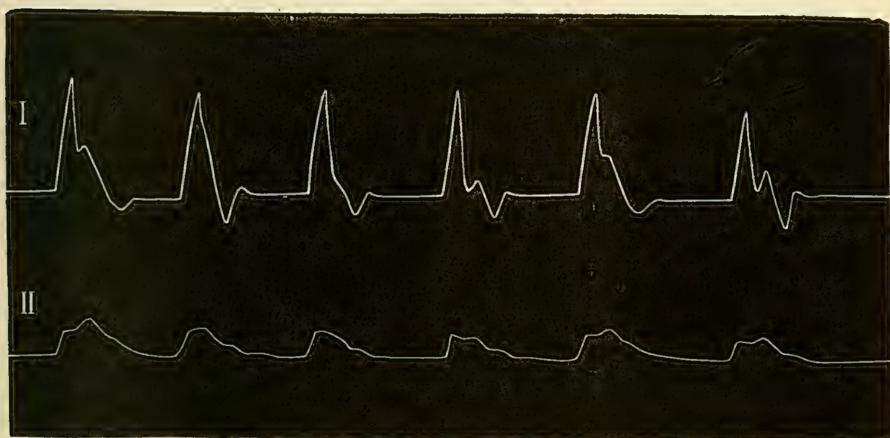


Fig. 6. — I, tracé obtenu en pressant directement, par chocs, la loge postérieure de la vessie de Tanche; II, tracé de la loge antérieure, où la pression, augmentée à chaque choc, est transmise par l'orifice de communication.

la loge postérieure, les autres (tracé II), de la transmission modifiée par son passage à travers l'étroit orifice qui fait communiquer les deux parties de la vessie. Amplitude, forme et durée, sont dissemblables dans les deux tracés.

Nous croyons donc devoir rejeter l'hypothèse des déplacements de la masse gazeuse et, par conséquent, du centre de gravité, chez les Cyprins aussi bien que chez les Poissons à vessie simple; ces prétendues actions adjuvantes de la locomotion, dénuées de toute preuve positive, sont contraires aux résultats de l'expérience. Mais alors quelle peut être l'utilité de cette poche antérieure des Cyprins, très extensible, incluse dans une cavité séreuse, et qui paraît comme surajoutée à la partie

fondamentale de la vessie natatoire? Nous sommes réduits, sur ce point, à des suppositions, à des explications vraisemblables. Nous avons vu que les changements de niveau font subir aux gaz de la vessie des compressions et des dépressions de nature hydrostatique et, par conséquent, passives ; que le Poisson monte ou descende, sa vessie se trouve dilatée ou resserrée en proportion de la colonne d'eau variable qu'elle supporte. La dilatation devient-elle trop forte, par suite d'une brusque ascension, nous pouvons admettre que la poche antérieure, grâce à son extensibilité, sert de réceptacle au trop-plein gazeux et retarde ainsi l'instant où le Poisson usera, pour se soulager, du canal pneumatique et rejettera des bulles d'air; cette émission de gaz sous forme de bulles se produit constamment quand un poisson physostome se trouve brusquement décomprimé ; mais, si elle procure l'avantage d'une adaptation instantanée du poids spécifique de l'animal à celui de la zone nouvelle où il se trouve, elle présente en retour l'inconvénient grave de l'exiler de la zone plus profonde où il a l'habitude de vivre. Une sécrétion de gaz devient alors nécessaire pour que le Poisson retrouve, dans les couches d'eau plus profondes, sa densité première et la pleine liberté de ses mouvements.

Mais cette conception du rôle possible de la dilatation antérieure de la vessie, chez les Cyprins, est, nous le répétons, purement hypothétique; nous ne pouvons songer à la vérifier par l'expérience et ne la présentons que sous toutes réserves.

Les expériences décrites dans ce travail démontrent une fois de plus, par une méthode nouvelle et avec preuve graphique à l'appui, le fait déjà constaté par A. Moreau : le Poisson ne se sert pas de sa vessie natatoire pour faire varier rapidement, par actions musculaires, son poids spécifique, de manière à aider sa locomotion. Cet organe peut subir des changements de volume ; mais les uns, purement passifs, sont la conséquence, non la cause des déplacements verticaux; les autres, dus à la contraction des muscles, sont dépourvus

de toute signification fonctionnelle. La théorie de Borelli doit donc être définitivement abandonnée. Quant aux changements de dimensions relatives des deux loges de la vessie des Cyprins, nous pensons qu'ils peuvent se produire passivement, comme conséquence des variations de niveau ; mais nos expériences ne nous permettent pas d'admettre qu'ils puissent être activement causés par le jeu des muscles, pour faciliter les mouvements de bascule de l'axe longitudinal du Poisson.

Ces conclusions sont-elles susceptibles d'une généralisation absolue? Elles doivent sans doute s'appliquer à la grande majorité des Poissons, à tous ceux dont les dispositions anatomiques de la vessie sont analogues à celles des types étudiés. Mais nous devons rappeler que J. Müller a décrit chez quelques espèces une structure musculaire toute particulière et exceptionnelle de la vessie pneumatique, à laquelle il attribue un rôle hydrostatique de grande importance. A une exception anatomique peut répondre une exception physiologique, et il importe, pour ces espèces, non encore soumises à l'expérimentation, de faire quelques réserves. Ces réserves paraîtront justifiées, sans doute, à ceux qui connaissent la remarquable diversité des mécanismes fonctionnels par lesquels, dans un même groupe naturel, la même fonction peut être servie.

RECHERCHES DE PHYSIOLOGIE ET D'HYGIÈNE

SUR

L'ACIDE CARBONIQUE

Par M. N. GRÉHANT

Aide naturaliste au Muséum.

L'acide carbonique est un produit constant des phénomènes chimiques qui se passent dans les tissus de l'organisme animal, il doit être éliminé par des appareils spéciaux, les appareils respiratoires ou par la surface du corps chez certains animaux inférieurs.

Je me suis beaucoup occupé depuis plusieurs années de l'étude de l'acide carbonique au point de vue physiologique; j'ai mesuré d'abord le poids de ce gaz qui est exhalé par l'homme ou par les animaux, en un temps donné et dans un volume d'air déterminé; cette mesure a été faite chez l'homme avec beaucoup d'exactitude par Andral et par M. Gavarret; chez les animaux, par Regnault et par M. Reiset; chez nos grands animaux domestiques, par M. Sanson; elle a fourni des résultats nombreux et intéressants qu'il est impossible e résumer ici et qui sont exposés dans les traités de physiologie; je dois me borner à publier dans les *Annales* la série des recherches que j'ai faites au Muséum d'histoire naturelle, seul ou avec la collaboration de mon ami, M. le docteur Quinquaud, dans le laboratoire de physiologie générale dirigé par M. le professeur Rouget.

Préparation de l'acide carbonique. — Pour préparer l'acide carbonique, afin d'étudier l'action physiologique de ce gaz,

on emploie avec beaucoup d'avantage l'appareil à fonctionnement intermittent de H. Sainte-Claire Deville, formé de deux flacons (fig. 1), ayant chacun une capacité de 10 litres environ et présentant à leur partie inférieure des tubulures réunies par un tube de caoutchouc d'un diamètre égal à celui de chaque tubulure; ce tube de caoutchouc, dont la longueur est de 80 centimètres environ, est fortement fixé à ses extrémités par des liens de caoutchouc qui exercent une pression constante à cause de leur élasticité et constituent un excellent moyen de fermeture; on remplit la partie inférieure de l'un des flacons de morceaux de verre ou de porcelaine ou de coke,

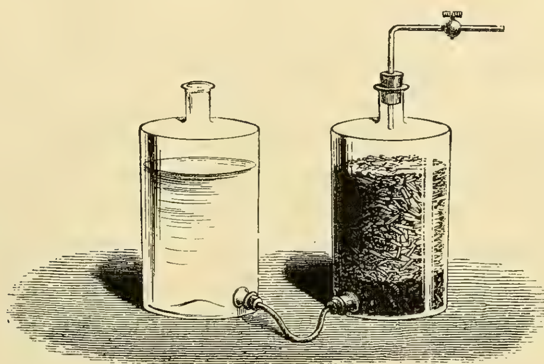


Fig. 1.

substances inattaquables par les acides, et l'on recouvre ces frag ments qui doivent s'élever de quelques centimètres au-dessus de l'embouchure de trois ou quatre kilogrammes de marbre blanc concassé; on ferme la tubulure supérieure par un bouchon de caoutchouc, traversé par un robinet métallique, surmonté d'un tube de verre courbé à angle droit; il ne faut pas attacher le bouchon, car, si la pression devenait trop grande dans l'appareil, il faut que le bouchon puisse sauter pour donner issue aux gaz.

Les deux flacons étant placés sur la même table, on commence par les remplir d'un mélange à volumes égaux d'eau et d'acide chlorhydrique ordinaire; on ouvre le robinet, le

liquide acide pénétrant jusqu'au contact du marbre, il se produit aussitôt du gaz acide carbonique et du chlorure de calcium, qui reste dissous dans l'acide, où il est très soluble; on maintient, pendant quelque temps, le robinet légèrement ouvert, pour que l'acide carbonique chasse complètement l'air du flacon, puis on ferme ce robinet, et l'acide carbonique se produisant toujours, tant que l'acide baigne le marbre, remplit ce flacon et déplace l'acide qui remonte par le tube de caoutchouc dans le flacon voisin; il arrive même, presque toujours, qu'un excès de gaz acide carbonique pénétrant dans ce flacon s'échappe en bouillonnant à travers le liquide qu'il contient.

Cet appareil est très commode et l'on a toujours à sa disposition plusieurs litres d'acide carbonique.

Purification et analyse de l'acide carbonique. — L'acide carbonique, ainsi préparé, entraîne toujours quelques vapeurs d'acide chlorhydrique, dont il est utile de le débarrasser, en faisant passer le gaz à travers une éprouvette à pied à tubulure inférieure ou dans un flacon de Woulf, ou un flacon de Durand, contenant une dissolution de bicarbonate de soude dans l'eau; l'acide chlorhydrique entraîné est retenu par ce liquide, qu'il décompose en donnant de l'acide carbonique et du chlorure de sodium. Pour s'assurer de la pureté de l'acide carbonique, on emploie le même procédé, qui sert chaque fois que l'on fait l'analyse de ce gaz; on introduit dans un tube gradué sur l'eau ou sur le mercure un certain volume de gaz que l'on mesure, puis on fait passer dans le tube un morceau cylindrique de potasse, et l'on agite avec de l'eau: si l'acide carbonique est pur, le gaz est complètement absorbé, et en ouvrant dans l'eau le tube fermé avec le pouce recouvert d'un doigtier de caoutchouc, on voit l'eau monter jusqu'au sommet du tube. Si l'acide carbonique est mélangé d'air, le mélange d'azote et d'oxygène, n'étant pas absorbé par la potasse, reste et l'on en mesure le volume.

Lorsque l'on veut faire un mélange d'air ou d'oxygène et

d'acide carbonique en proportions déterminées, il faut s'assurer d'abord de la pureté de l'acide carbonique.

Extraction des gaz contenus dans un liquide. — En exposant la série des recherches qui ont été faites sur l'action toxique de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, nous aurons souvent l'occasion de parler de l'extraction des gaz du sang ou des liquides; il est donc nécessaire que je décrive ici l'appareil, dont je me sers depuis longtemps, et qui est adopté dans un grand nombre de laboratoires de physiologie.

Appareil de Gréhant. — Cet appareil se compose d'une pompe à mercure et d'un récipient spécial. La pompe à mercure, dont on se sert en Allemagne et qui est construite par Geissler, est plus compliquée que celle que j'emploie et qui est construite, à Paris, par Alvergniat. Un tube barométrique long de 1 mètre, fixé contre une planche verticale, présente un renflement de forme ovoïde dont la capacité est de 1 litre ou de 1/2 litre (fig. 2). A la partie supérieure, le constructeur a soudé un robinet de verre à trois voies dont l'enveloppe porte un tube vertical et un tube horizontal; ce robinet, qui est identique à celui que l'illustre physicien Regnault a employé dans un grand nombre de ses appareils, est la pièce principale qui permet d'établir ou d'interrompre la communication entre la chambre barométrique et l'un ou l'autre de ces tubes; le tube vertical s'élève jusqu'au centre d'une petite cuve de verre ayant la forme d'une cloche cylindrique tubulée à sa partie inférieure et à sa partie supérieure; un bouchon de caoutchouc sert à fixer cette cloche sur le tube vertical; le tube horizontal est uni par un tube de caoutchouc épais au récipient dans lequel on doit faire le vide; à la partie inférieure du tube barométrique, on a fixé un tube de caoutchouc entoilé long de 1^{m},30 environ, dont l'autre extrémité vient s'attacher au fond d'un réservoir mobile; l'ampoule de verre ovoïde d'une capacité supérieure à celle de la chambre barométrique, qui forme ce réservoir, est fixée sur un petit

chariot qui glisse dans une coulisse verticale, et se trouve soutenue par un ruban de fil qui s'enroule sur une poulie supé-

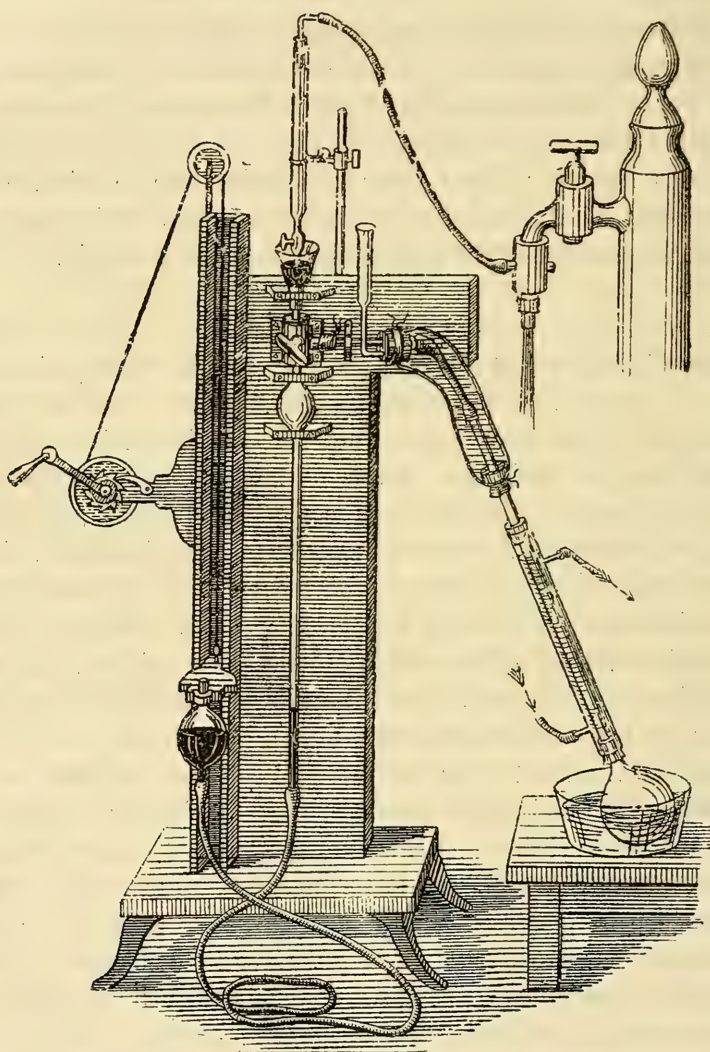


Fig. 2. — Appareil de Gréhant pour l'extraction des gaz du sang dans lequel on fait d'abord un vide approché à l'aide d'une trompe à eau de Golaz.

rieure et vient s'attacher à une seconde poulie munie d'une roue à cliquet que l'on fait mouvoir à l'aide d'une manivelle.

En restant assis devant la pompe, on fait monter le réservoir mobile à l'aide de la manivelle, puis on le fait descendre par son poids en soulevant le cliquet et en détournant peu à peu la manivelle.

Récipient. — Le récipient que j'emploie le plus souvent est formé d'un ballon de verre à parois épaisses de 1 à 2 millimètres, d'une capacité de 500 centimètres cubes auquel on a soudé un tube de verre long de 1 mètre et large de 2 centimètres environ, terminé par une extrémité de forme olivaire qui est unie au tube de caoutchouc attaché au tuyau d'aspiration de la pompe; autour de ce long col on a fixé à l'aide de bouchons de caoutchouc, percés de deux trous, un long manchon de verre que l'on fait traverser par un courant d'eau froide qui a pour but de détruire la mousse que donne en bouillant dans le vide un liquide albumineux comme le sang; le courant d'eau entrant à la partie inférieure du manchon remplit l'intervalle qui sépare ce cylindre de verre du col du ballon, puis pénètre dans un manchon cylindrique de caoutchouc qui sert à envelopper d'eau le tube de caoutchouc et le tuyau d'aspiration de la pompe; l'eau s'échappe ensuite par un tuyau de plomb qui traverse un bouchon de caoutchouc à deux trous fixé sur le tuyau d'aspiration.

Autour du robinet de la pompe, j'ai fait construire et adapter par Alvergniat un manchon de métal formé de deux pièces réunies par des feuilles de caoutchouc et des vis que l'on maintient rempli d'eau. Cette fermeture hydraulique est indispensable et donne une si grande sécurité que la pompe à mercure garde le vide indéfiniment, quand même le graissage du robinet n'aurait pas été renouvelé assez souvent. Dans tous les appareils que je réunis à la pompe à mercure, j'ai toujours soin d'envelopper complètement d'eau les points par lesquels l'air pourrait rentrer dans le vide.

Emploi de la pompe à mercure. — Le réservoir mobile est porté à la partie supérieure de la planche support; on le rem-

plit de mercure après avoir établi, à l'aide du robinet placé dans la position (1), une communication entre la chambre barométrique et le tube vertical, qui est son prolongement; le métal s'élève au même niveau dans les deux tubes communicants, et se déverse dans la petite cuve à mercure. Cela fait, le robinet de verre est tourné d'un huitième de tour dans la position (2), et les trois tubes que porte l'enveloppe du robinet sont fermés; le réservoir mobile est abaissé à la partie inférieure de la pompe ; on répète ainsi l'expérience de Torricelli, le mercure descend et laisse la chambre barométrique vide d'air. Un récipient comme celui que représente la figure étant fixé au tube horizontal, tournons le robinet dans la position (3) ; l'air du récipient se répand dans la chambre barométrique, le mercure descend; ramenons le robinet dans la position (2), élevons le réservoir jnsqu'en haut, l'air extrait diminue de volume, se comprime, et le robinet placé dans la position (1) laisse passer les gaz à travers le mercure de la petite cuve.

Par plusieurs manœuvres semblables, plus longues à décrire qu'à exécuter, on obtient dans le récipient un vide très parfait, et si les parois intérieures du ballon immergé dans un bain d'eau chaude sont couvertes d'eau, la vapeur d'eau qui se forme instantanément dans le vide chasse les dernières portions de l'air contenu dans le récipient, et l'on obtient le vide absolu, sauf la vapeur d'eau ; la pompe à mercure offre sur la machine pneumatique ordinaire un grand avantage: il n'y a pas d'espace nuisible, le mercure venant toucher la clef du robinet.

On reconnaît que le vide est absolu à deux caractères : 1° le mercure vient choquer le robinet et produit un bruit sec; 2° en tournant ensuite la clef on ne voit pas s'échapper la moindre bulle d'air à travers le mercure de la petite cuve. Le choc doit toujours être amorti par un procédé qui a été indiqué d'abord par le docteur Jolyet, professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux, et qui consiste à comprimer entre les doigts le tube de caoutchouc qui réunit le réservoir mobile au tube baro-

métrique; on empêche ainsi le mercure de passer, et on le fait arriver ensuite avec une faible vitesse contre le robinet; si l'on néglige cette précaution, on brise très souvent la pompe. Avant de faire manœuvrer cet instrument, il est très utile de faire dans le récipient un vide approché à l'aide d'une trompe métallique de Golaz ou d'une trompe de verre d'Alvergniat; on fixe alors, à l'aide d'un tube de caoutchouc à parois épaisses sur le tube qui surmonte le robinet, une pipette de verre qui est fixée à un tube de plomb soudé au tuyau d'aspiration de la trompe; si l'on dispose d'un robinet d'eau soumise à une pression de 5 à 10 mètres, la trompe est si active qu'elle fait dans le récipient un vide approché; la pipette a pour usage d'empêcher le mercure de pénétrer dans le tuyau métallique; lorsque la trompe a produit tout son effet, on fait manœuvrer la pompe à mercure, et on obtient le vide absolu par quelques mouvements d'élévation et d'abaissement du mercure.

Extraction de l'acide carbonique d'une solution aqueuse, qui renferme un volume connu de ce gaz. — Pour montrer avec quelle perfection la pompe à mercure permet d'obtenir l'acide carbonique contenu en solution dans l'eau, j'ai fait l'expérience suivante, qu'il est très facile de répéter : un ballon de verre presque rempli d'eau distillée reçoit un bouchon de caoutchouc traversé par un tube droit de verre; l'eau est maintenue à l'ébullition pendant une heure; au bout de ce temps, on ferme l'entrée du tube avec le doigt recouvert de caoutchouc, et le ballon tenu avec une pince de bois est retourné au-dessus d'une cuve à mercure, dans lequel plonge l'extrémité du tube; le métal monte dans le ballon, et l'eau qui reste au-dessus ne présente aucune bulle de gaz; on attend quelques minutes pour que l'eau soit complètement refroidie.

On prépare de l'acide carbonique pur à l'aide de l'appareil qui a été décrit ci-dessus; avant d'employer le gaz, on le soumet à l'analyse : $40^{cc},5$ de gaz sont recueillis sur le mercure, un morceau de potasse introduit avec un peu d'eau absorbe

$40^{cc},1$ d'acide carbonique pur, et il reste seulement $0^{cc},4$ d'air. Dans le même tube gradué bien lavé avec de l'acide chlorhydrique étendu et de l'eau distillée pour qu'il ne reste pas de potasse, on recueille sur le mercure exactement le même volume de gaz dont la composition est maintenant connue, et l'on fait passer les $40^{cc},5$ d'acide carbonique dans l'eau distillée purgée d'air, sur le mercure, avec un entonnoir à gaz ; l'eau absorbe complètement le gaz. Le récipient étant vide, on fixe sur le tube de verre qui est au centre de la petite cuve à mercure un long tube de caoutchouc capillaire à parois épaisses, qui est rempli de mercure, et que l'on introduit dans le ballon de verre jusqu'à la partie supérieure de la solution d'acide carbonique ; en tournant le robinet en position (4), on fait passer dans le récipient la totalité du liquide, dont le volume était égal à 315 centimètres cubes, et même un peu de mercure, pour qu'il ne reste pas d'eau dans les conduits.

Deux manœuvres de la pompe donnent.............	$40^{cc},0$ de gaz.
La potasse absorbe.................................	$39^{cc},6$ CO^2.
Reste.............	$0^{cc},4$ d'air.
Trois nouvelles manœuvres de la pompe donnent....	$0^{cc},55$ de gaz
La potasse absorbe.................................	$0^{cc},05$ CO^2.
Reste.............	$0^{cc},05$ d'air.

Ainsi, on a obtenu $40^{cc},1$ d'acide carbonique pur, c'est-à-dire exactement le volume que l'eau avait absorbé, et $0^{cc},45$ d'air au lieu de $0^{cc},4$ que l'eau avait absorbé ; ce résultat montre combien est grande l'exactitude du procédé.

Extraction des gaz du sang. — Je ne puis me dispenser de parler ici de l'extraction des gaz du sang, qui se fait avec la plus grande facilité à l'aide de mon procédé, car cette opération nous fournira des données très importantes que je dois compléter encore en m'occupant de la mesure du plus grand volume d'oxygène ou d'oxyde de carbone que le sang peut absorber, ou de la *capacité respiratoire* de ce liquide. On savait

déjà, au dix-septième siècle, que le sang abandonne des gaz dans le vide, et Humphry Davy a montré, à la fin du dix-huitième siècle, qu'en chauffant le sang on obtient de l'oxygène et de l'acide carbonique. Magnus a cherché, plus tard, à déterminer la composition des gaz que le sang abandonne au vide; son procédé consistait à faire arriver du sang dans une cloche pleine de mercure, à défibriner le sang par l'agitation, puis à mettre cette première cloche munie d'un robinet à la partie supérieure, en communication avec une deuxième cloche pleine de mercure vissée au-dessus de la première; le tout était placé sous une grande cloche rodée sur la platine d'une machine pneumatique; en faisant le vide, on voit le mercure et le sang s'abaisser dans la première cloche et des gaz se dégager au-dessus du sang; avant de faire passer ces gaz dans la cloche supérieure, on attend que la mousse se soit détruite, on laisse rentrer l'air dans le récipient, on ouvre le robinet qui sépare les deux cloches, et l'on fait passer les gaz dans la cloche supérieure, qui est graduée, et qui sert à les mesurer et à les analyser. Ce procédé, qui est excellent pour démontrer la présence des gaz dans le sang, est très imparfait si l'on veut obtenir sans altération la totalité des gaz contenus dans ce liquide; le dégagement des gaz est lent et incomplet, et au contact du sang, les gaz réunis dans la cloche peuvent être absorbés de nouveau; l'oxygène, en particulier, peut être fixé de nouveau par les globules et transformé en acide carbonique.

La pompe à mercure est bien préférable, car elle permet d'extraire rapidement les gaz du sang chauffé à une certaine température; elle a été employée par M. Ludwig et par ses élèves, MM. Setschenow et Schoffer, qui publièrent un grand nombre de résultats, parmi lesquels j'ai choisi ceux qui sont inscrits dans le tableau suivant :

100 CENTIMÈTRES CUBES DE SANG DE CHIEN :

	ACIDE carbonique donné par la pompe.	CO^2 combiné.	CO^2 total.	OXYGÈNE	AZOTE	
Sang artériel.......	37,2	3,0	40,2	21,6	1.6	Setschenow.
Sang de l'asphyxie..	50,2	5,3	55,5	Traces.	1,6	
Sang artériel.......	34,8	Traces.	34,8	20,0	1,6	Schoffer.
Sang veineux.......	36,6	2,2	38,8	16,6	1,5	
Sang artériel.......	35,2	0.9	36,1	22,3	2,3	
Sang veineux.......	39,8	2,0	41,8	13,7	1,5	

Ces gaz ont été ramenés secs à zéro et à la pression de 760 millimètres.

L'acide carbonique combiné, dont le volume est très petit par rapport à celui que les manœuvres de la pompe permettent d'obtenir, a été dégagé par l'addition au sang d'une petite quantité d'acide tartrique ou d'acide acétique ; la comparaison des résultats montre que le sang artériel contient plus d'oxygène et moins d'acide carbonique que le sang veineux, et la différence est très significative, car nous voyons que le sang veineux qui traverse les poumons perd de l'acide carbonique et absorbe de l'oxygène ; ainsi, 100 centimètres cubes de sang artériel contiennent de 4 centimètres cubes à $5^{cc},7$ d'acide carbonique de moins que le sang veineux, tandis qu'ils renferment de $3^{cc},4$ à $8^{cc},6$ d'oxygène en plus. Le sang de l'asphyxie contient beaucoup plus d'acide carbonique que le sang artériel, et il ne renferme plus d'oxygène.

Mesure du volume de sang qui traverse les poumons en un temps donné, par MM. Gréhant et Quinquaud (1). — Nous nous sommes occupés, tout récemment, M. Quinquaud et moi, de la recherche comparative des gaz du sang veineux pris dans le cœur droit, et du sang artériel, en vue de mesurer, par un

(1) *Comptes rendus de la Société de biologie,* 2 avril 1886.

procédé très simple, le volume de sang qui traverse les poumons en un temps donné.

Deux appareils à extraction des gaz du sang sont disposés l'un à côté de l'autre, de manière que les deux ballons des récipients soient plongés dans le même bain d'eau chauffée à 60 degrés, température maintenue par un régulateur de M. d'Arsonval.

On a fixé sur chaque robinet à trois voies des pompes un tube de caoutchouc qui se trouve au centre de la petite cuve à mercure.

Nous introduisons chez un chien par une veine jugulaire externe, une sonde d'étain dans le cœur droit, et nous sommes sûrs que l'extrémité de la sonde a pénétré dans le ventricule quand le bout libre traduit au dehors les battements produits par les systoles ventriculaires ; un ajutage présentant une extrémité rétrécie est fixé dans l'artère carotide ; avec deux seringues de même volume gardant très bien le vide, nous aspirons simultanément les deux sangs qui diffèrent par la couleur, le sang veineux étant d'un rouge plus sombre que le sang artériel ; nous injectons chaque échantillon de sang dans chaque récipient vide absolument en tournant le robinet de la pompe en position (4) ; après le sang, nous faisons pénétrer dans les récipients un certain volume de mercure pour chasser dans les ballons le liquide et la mousse qui restent dans le tuyau d'aspiration et dans le long col ; nous recueillons les gaz en faisant manœuvrer simultanément les deux pompes, et nous les analysons : l'acide carbonique est absorbé par la potasse, l'oxygène par l'acide pyrogallique qui, en présence de la potasse, absorbe peu à peu et complètement ce gaz ; l'azote reste.

Nous avons trouvé, dans tous les cas, que le volume d'acide carbonique fourni par le sang veineux a été plus grand que celui qui était contenu dans le sang artériel.

Cette différence, mesurée en centimètres cubes et rapportée à 100 centimètres cubes de sang, nous permet de calculer le poids d'acide carbonique que 100 centimètres cubes de sang perdent en traversant les poumons.

Nous déterminons en second lieu le poids d'acide carbonique que l'animal exhale en une minute par le procédé que je ferai connaître bientôt, et en divisant ce second poids par le premier, nous obtenons le nombre par lequel il faut multiplier 100 centimètres cubes pour avoir le volume de sang qui traverse les poumons en une minute.

Exemple : chez un chien, qui exhalait dans l'air expiré 138 milligrammes d'acide carbonique par minute, l'extraction des gaz de 100 centimètres cubes de sang a donné $4^{cc},6$ d'acide carbonique en faveur du sang veineux ; ce volume de gaz pesait $4^{cc},6 \times 1,9 = 8^{mg},7$, le poids d'un centimètre cube d'acide étant $1^{mg},9$; divisons 138 par 8,7, nous obtenons 15,8, nombre qui, multiplié par 100 centimètres cubes, donne 1580 centimètres cubes pour le volume de sang qui traverse les poumons en une minute.

Le tableau suivant indique les résultats que nous avons obtenus :

DATES des expériences.	GAZ CO^2 contenu dans 100 centimètres cubes de sang		DIFFÉRENCE		VOLUME de sang qui traverse les poumons en une minute.
	veineux.	artériel.	en volume.	en poids.	
17 février 1886...	$58^{cc},0$	$46^{cc},7$	$11^{cc},3$	$21^{mg},0$	591 cent. cubes.
21 février 1886...	$52^{cc},9$	$47^{cc},1$	$5^{cc},8$	$11^{mg},5$	862 — —
24 février 1886...	$59^{cc},2$	$54^{cc},6$	$4^{cc},6$	$8^{mg},7$	1580 — —
3 mars 1886......	$51^{cc},7$	$47^{cc},7$	$4^{cc},0$	$7^{mg},6$	2230 — —
8 mars 1886......	$47^{cc},9$	$43^{cc},7$	$4^{cc},2$	$8^{mg},0$	2180 — —
24 mars 1886.....	$42^{cc},8$	$37^{cc},3$	$5^{cc},5$	$10^{mg},8$	2614 — —

Les volumes de sang qui traversent les poumons en une minute ont été très variables, puisqu'ils ont oscillé de 591 à 2614 centimètres cubes ; cela s'explique surtout par les différences que présentaient les poids des animaux qui étaient compris entre 7 et 18 kilogrammes.

Si nous partons du nombre 1580 centimètres cubes, nous voyons que le volume de sang qui traversait les poumons en une heure était égal à 1580×60 ou à 94 litres 800 cen-

timètres cubes; c'est un volume considérable qui donne une idée du travail effectué par le cœur.

Le cœur gauche déplace un volume de sang égal à celui qui est mis en circulation par le cœur droit, mais il ne faut pas oublier que les ventricules ont, en outre, une résistance à vaincre qui est environ trois fois plus grande pour le ventricule gauche que pour le ventricule droit, la pression moyenne du sang dans l'aorte étant égale à 15 centimètres de mercure, tandis que la pression dans l'artère pulmonaire est égale à 5 centimètres environ.

DOSAGE DE L'ACIDE CARBONIQUE EXHALÉ PAR LES POUMONS (PROCÉDÉ DE GRÉHANT)

Les poumons ont été comparés à une glande chargée de sécréter l'acide carbonique; il y a, en effet, sur toute l'étendue de la surface respiratoire une exhalation continue de ce gaz; l'analyse qualitative et quantitative de l'air expiré a été faite si souvent par les physiologistes, qu'il est impossible d'énumérer ici les résultats qui ont été obtenus, et je dois me borner à publier les expériences que j'ai faites et qui permettent d'établir des recherches comparatives chez l'homme ou chez les animaux et de reconnaître les conditions d'un fonctionnement régulier des organes respiratoires et les modifications présentées par divers états pathologiques de ces organes.

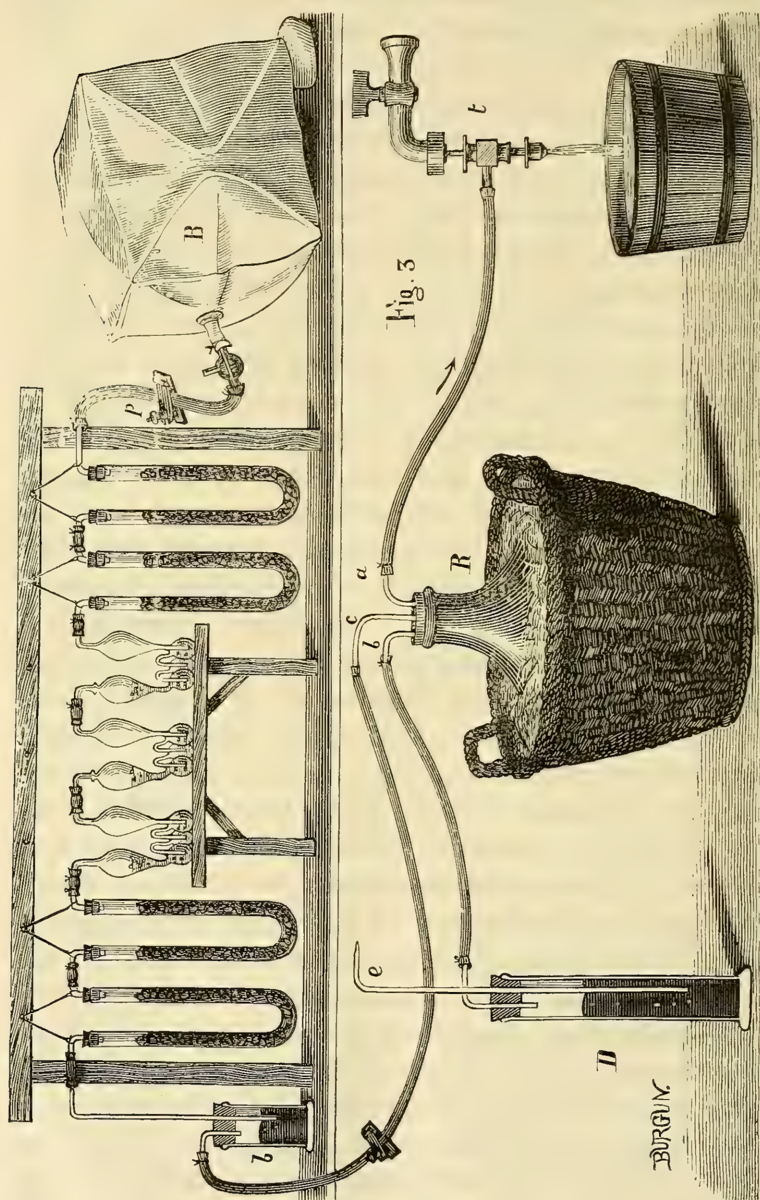
Je me suis proposé d'abord de répondre aux questions suivantes : 1° quel est le poids d'acide carbonique enlevé aux poumons par un volume déterminé d'air atmosphérique forcé par les mouvements respiratoires de circuler dans ces organes; 2° quelles sont les variations produites dans l'exhalation de l'acide carbonique par l'introduction dans les poumons de mélanges artificiels d'air et d'acide carbonique; 3° quelles sont les variations produites dans l'exhalation de l'acide carbonique à la suite de l'irritation et de l'inflammation de la muqueuse respiratoire causées par un gaz irritant, l'acide sulfureux, par exemple.

Mesure du poids d'acide carbonique enlevé aux poumons par 50 *litres d'air*. — Pour introduire dans les poumons un volume d'air constant et pour recueillir les gaz expirés, j'emploie deux sacs de caoutchouc, qui sont de forme cubique lorsqu'ils sont gonflés, munis chacun d'un robinet de laiton à trois voies, dont le diamètre est d'un centimètre environ; l'un des ballons, d'abord complètement vidé à l'aide d'une trompe de H. Sainte-Claire Deville, aspirante et foulante, est rempli de 50 litres insufflés par la même trompe, à travers un compteur spécial à gaz permettant de mesurer exactement les volumes; l'autre ballon, complètement vide, est destiné à recueillir les gaz expirés; entre les deux ballons, on dispose un appareil à deux soupapes à eau, de Regnault ou de Muller, qu'il est facile de construire : on prend deux flacons à large col, dont l'ouverture est fermée par un bouchon de caoutchouc percé de deux trous; l'un des trous est traversé par un tube de verre recourbé à angle droit, dont la grande branche pénètre jusque près du fond du flacon, l'autre trou est traversé par un second tube de verre recourbé à angle droit qui se rend à la partie supérieure de chaque flacon; on verse de l'eau dans chacun d'eux, de manière que les bouts des tubes enfoncent de 1 à 2 centimètres dans l'eau; un tube en T, fixé avec des tubes en caoutchouc, réunit les deux soupapes à eau qui ne sont jamais insuffisantes, mais qui gardent parfaitement; l'une sert à l'inspiration, l'autre, à l'expiration. Si l'on veut mesurer le poids d'acide carbonique que 50 litres d'air enlèvent aux poumons d'un animal, d'un chien par exemple, on applique sur la tête de l'animal fixé sur une gouttière une muselière de caoutchouc dont la base est fixée sur le museau par une corde liée derrière l'occiput et par quelques anneaux circulaires de caoutchouc; en soufflant par le tube de cette sorte de trompe, on gonfle les poumons de l'animal et l'on reconnaît si l'air ne s'échappe point entre la muselière et les parois de la tête; l'extrémité rétrécie de la muselière est unie directement au tube de verre en T fixé aux deux soupapes; l'animal ayant

respiré dans l'air pendant quelques instants, on tourne à la fois les deux robinets, et l'on compte le temps que mettent les 50 litres à circuler à travers les poumons.

Dosage de l'acide carbonique. — Pour doser l'acide carbonique contenu dans un volume d'air expiré peu différent de 50 litres, j'ai employé la série des tubes absorbants qui servent dans l'analyse organique, mais en les prenant de grande dimension (fig. 3); deux grands tubes en U à pierre ponce imbibée d'acide sulfurique servaient à l'absorption de la vapeur d'eau contenue dans les gaz, ils étaient suivis de trois barboteurs contenant chacun 100 centimètres cubes de liquide; les deux premiers renfermaient une solution concentrée de potasse, le troisième de l'eau de baryte qui ne devait jamais être troublée et qui servait de témoin; puis venaient deux autres tubes à pierre ponce imprégnée d'acide sulfurique destinés à retenir la vapeur d'eau enlevée aux barboteurs chargés d'absorber l'acide carbonique. Je déterminais ensemble le poids des trois barboteurs à potasse et à eau de baryte et des deux tubes à pierre ponce à l'aide d'une grande balance de Deleuil qui permet de peser jusqu'à 5 kilogrammes à 1 centigramme près. Les diverses parties de l'appareil absorbant étaient réunies par des tubes de caoutchouc liés sur le verre à l'aide de fils. Il s'agissait ensuite de faire passer le gaz expiré contenu dans le ballon de caoutchouc, bulle à bulle, à travers tout l'appareil, en maintenant un barbotage régulier qui durait généralement plus de vingt-quatre heures; la disposition suivante m'a bien réussi : j'employais une grande bouteille de verre ou dame-jeanne pleine d'air qui était placée sous la table du laboratoire et qui servait de réservoir à vide; l'ouverture de cette bouteille était fermée par un bouchon de caoutchouc à trois trous dans lesquels on avait introduit trois tubes de verre courbés à angle droit, l'un communiquant par un tube de caoutchouc épais avec le tuyau d'aspiration d'une trompe métallique de Golaz, le deuxième avec une soupape à mercure formée d'un long bocal cylindrique de verre ayant de 30 à

40 centimètres de hauteur et 5 centimètres de diamètre, fermé



Appareil qui a servi au dosage de l'acide carbonique exhalé.

par un bouchon de caoutchouc à deux trous traversés par un

tube de verre recourbé qui se rend à la partie supérieure du bocal et par un long tube droit terminé au dehors par une pointe effilée à ouverture capillaire; ce long tube pénètre dans le mercure et sert de *régulateur d'aspiration;* quand la trompe a diminué suffisamment la pression dans le grand réservoir, l'air rentre bulle à bulle à travers le mercure, et la diminution de pression qui doit produire l'aspiration reste toujours rigoureusement la même; c'est pour éviter la rentrée trop brusque de l'air en grosses bulles qui projetteraient le mercure que je termine par une pointe effilée le tube de rentrée de l'air; le troisième tube du réservoir à vide communique avec la partie supérieure d'un petit bocal contenant du mercure, et qui est fermé par un bouchon de caoutchouc à deux trous; un autre tube, qui est uni à la série des tubes absorbants par un caoutchouc muni d'une pince de pression, est enfoncé de 1 centimètre environ dans le mercure; cette disposition a pour effet d'empêcher tout reflux du gaz aspiré dans le réservoir à vide vers la série des tubes absorbants.

On réunit le robinet à trois voies du ballon plein des gaz expirés par un tube de caoutchouc avec le permier tube desséchant et le dernier tube desséchant avec le petit bocal à mercure par lequel se fait l'aspiration; en ouvrant complètement le robinet du ballon et en desserrant convenablement la vis de la pince qui presse le tube de caoutchouc à l'extrémité de l'appareil, on détermine un barbotage régulier qui dure jusqu'à l'affaissement complet du ballon; alors le passage des gaz s'arrête dans tout l'appareil, et l'air aspiré par la trompe rentre par le régulateur d'aspiration; on tourne alors le robinet du ballon de manière à faire rentrer l'air extérieur pendant quelques minutes dans l'appareil, afin que le gaz contenant de l'acide carbonique, qui remplit les premiers tubes desséchants, soit conduit dans les tubes à potasse.

On détache les trois barboteurs à potasse et à eau de baryte et les deux tubes desséchants, et on les suspend au plateau de la balance; on mesure l'augmentation de poids, qui est égale au poids de l'acide carbonique exhalé.

Premiers résultats obtenus. — Je me suis demandé tout d'abord si le dosage de l'acide carbonique exhalé par un même animal placé dans les mêmes conditions physiologiques, mais fait à plusieurs jours d'intervalle, donne exactement le même nombre.

Deux expériences faites sur un chien du poids de 9 kilogrammes à jeun depuis vingt-quatre heures, à neuf jours d'intervalle, ont donné les nombres suivants :

1° 50 litres d'air ont traversé les poumons en vingt minutes, et contenaient $2^{gr},747$ d'acide carbonique exhalé par ces organes ;

2° 50 litres d'air ont circulé à travers les poumons en quinze minutes, et contenaient $2^{gr},81$ d'acide carbonique; ces deux nombres, $2^{gr},747$ et $2^{gr},81$, sont très voisins, et diffèrent seulement de $\frac{1}{45}$, quoique les durées des expériences faites à neuf jours d'intervalle aient été notablement différentes; on démontre ainsi la constance du nombre qui mesure l'activité de l'exhalation pulmonaire de l'acide carbonique.

Chez un chien du poids de $17^{kg},7$, beaucoup plus gros que le précédent, $3^{gr},235$ d'acide carbonique ont été exhalés en $9^{m}10^{s}$ dans 50 litres d'air, qui ont circulé dans les poumons à travers des soupapes à eau.

Chez un lapin mâle du poids de $3^{kg},105$, 50 litres d'air ont traversé les poumons en $51^{m}30^{s}$; le sang a exhalé $2^{gr},423$ d'acide carbonique; ici, le temps que le volume d'air a mis à circuler dans l'appareil respiratoire a été beaucoup plus long. Il est intéressant de comparer le poids d'acide carbonique exhalé par le chien au poids de ce gaz exhalé par le lapin, et, pour faire cette comparaison, il faut chercher quel est le poids d'acide carbonique exhalé en une minute par 1 kilogramme de poids de chaque animal; or, chez le chien du poids de 9 kilogrammes, $2^{gr},747$ d'acide carbonique ayant été exhalés en vingt minutes, cela fait, par kilogramme et par minute, $\frac{2^{gr},747}{9 \times 20} = 0^{gr},0153$ ou 15,3 milli-

grammes; chez le lapin, nous effectuons un calcul semblable, $\frac{2^{gr},423}{3,105 \times 51,5} = 0^{gr},0151$; la comparaison que nous venons de faire nous donne ce résultat imprévu, c'est que deux animaux aussi différents que le chien et le lapin exhalent exactement le même poids d'acide carbonique pendant l'unité de temps et à poids égal.

J'ai fait, chez un homme, une mesure du poids de l'acide carbonique exhalé par les poumons, et j'ai trouvé que 50 litres d'air ont enlevé, en six minutes, $3^{gr},333$ d'acide carbonique.

Je crois utile de faire connaître tout d'abord plusieurs recherches que j'ai faites, et qui sont relatives à l'étude des variations produites dans l'exhalation de l'acide carbonique par l'introduction dans les poumons de mélanges d'air et d'acide carbonique.

Des variations produites dans l'exhalation de l'acide carbonique par l'introduction dans les poumons de mélanges d'air et d'acide carbonique. — Les expériences faites par l'éminent et regretté physiologiste Paul Bert sur l'action toxique de l'acide carbonique, que je résumerai bientôt, m'ont donné l'idée de rechercher si des mélanges d'air et d'acide carbonique contenant une proportion non toxique de ce gaz peuvent exercer cependant une influence nuisible sur l'organisme. Pour répondre à cette question, j'ai composé des mélanges d'air et d'acide carbonique en proportions déterminées, je les ai fait respirer par un animal, et j'ai dosé chaque fois l'acide carbonique expiré; il est évident que si l'on retranche du poids d'acide carbonique exhalé le poids de ce gaz introduit avec l'air inspiré, la différence fera connaître le poids d'acide carbonique réellement exhalé par les poumons.

J'ai fait plusieurs séries d'expériences sur des chiens, et j'ai commencé quelques expériences chez l'homme.

Pour mesurer le volume d'acide carbonique qui doit être ajouté à l'air, je me suis servi d'une cloche tubulée et graduée en litres et en centilitres d'une capacité de 2 litres, dont la

tubulure est fermée par un bouchon de caoutchouc que traverse un robinet de laiton à trois voies ; dans la cloche pleine d'eau reposant sur la tablette de la cuve à eau, on introduit d'abord de l'huile formant une couche de 2 centimètres environ d'épaisseur destinée à séparer l'acide carbonique de l'eau qui le dissoudrait ; l'huile ne s'oppose pas d'une manière absolue à cette dissolution ; il paraît y avoir à la longue une diffusion du gaz dans l'huile, puis de l'huile dans l'eau ; mais ce phénomène est lent, et, pendant la mesure des volumes du gaz, il peut être négligé. J'emploie maintenant, pour composer des mélanges d'air et d'acide carbonique, un autre procédé que je décrirai plus tard et qui a l'avantage de supprimer les mesures sur l'eau.

Pour composer un mélange à $\frac{1}{50}$ d'acide carbonique, par exemple, je fais pénétrer à travers le compteur à gaz, dans un sac de caoutchouc, 49 litres d'air insufflés par une trompe de H. Sainte-Claire Deville, puis je ferme le robinet du sac que je porte sur une table placée à côté de la cuve à eau ; je mesure dans la cloche graduée 1 litre d'acide carbonique introduit au-dessus de l'huile par le robinet à trois voies ; je réunis par un tube de caoutchouc les deux robinets à trois voies, celui du sac et celui de la cloche ; puis j'immerge celle-ci dans l'eau, je fais pénétrer le gaz dans le sac de caoutchouc ; j'aspire ensuite deux ou trois fois, et j'insuffle les gaz dans le sac en soulevant et en abaissant la cloche de manière à obtenir un mélange homogène et à ne pas laisser d'acide carbonique pur dans le tube de caoutchouc qui sert de moyen d'union.

Je fais ensuite respirer ce mélange à un animal de la même manière que je fais respirer de l'air pur en me servant d'une muselière de caoutchouc et de soupapes à eau contenant chacune 100 centimètres cubes d'eau distillée ; je recueille les gaz expirés dans un second sac, et je dose l'acide carbonique qu'ils renferment.

Le tableau suivant indique les résultats qui ont été obtenus chez les animaux et ceux qui ont été obtenus chez l'homme.

	VOLUME d'air.	VOLUME d'acide carbonique.	PROPORTION de CO^2 dans l'air.	DURÉE de l'expérience.	CO^2 exhalé.	CO^2 inspiré.	CO^2 exhalé ou absorbé.
EXPÉRIENCES FAITES CHEZ UN CHIEN DU POIDS DE 9 KIL.							
I	$50^{l},0$	$0^{l},00$	»	20 min.	$2^{gr},747$	»	$2^{gr},747$
	$50^{l},0$	$1^{l},58$	$\frac{1}{33}$	$18^{m}30^{s}$	$3^{gr},29$	$3^{gr},03$	$0^{gr},26$
	$50^{l},0$	$3^{l},16$	$\frac{1}{17}$	$10^{m}30^{s}$	$6^{gr},34$	$6^{gr},06$	$0^{gr},28$
	$50^{l},0$	$6^{l},32$	$\frac{1}{9}$	9 min.	$8^{gr},255$	$12^{gr},12$	$-3^{gr},865$
I	$49^{l},0$	$1^{l},00$	$\frac{1}{50}$	12 min.	$3^{gr},61$	$1^{gr},89$	$1^{gr},72$
	$48^{l},0$	$2^{l},00$	$\frac{1}{25}$	$17^{m}30^{s}$	$5^{gr},225$	$3^{gr},78$	$1^{gr},445$
	$47^{l},0$	$3^{l},00$	$\frac{1}{16,6}$	»	$6^{gr},023$	$5^{gr},67$	$0^{gr},353$
	$46^{l},0$	$4^{l},00$	$\frac{1}{12,5}$	$8^{m}45^{s}$	$6^{gr},795$	$7^{gr},56$	$-0^{gr},765$
III	$50^{l},0$	$0^{l},00$	»	15 min.	$2^{gr},81$	»	$2^{gr},81$
	$49^{l},5$	$0^{l},5$	$\frac{1}{100}$	$12^{m}30^{s}$	$3^{gr},041$	$0^{gr},945$	$2^{gr},096$
EXPÉRIENCES FAITES CHEZ L'HOMME							
IV	$50^{l},0$	$0^{l},00$	»	$5^{m}7^{s}$	$3^{gr},378$	»	$3^{gr},378$
	$49^{l},5$	$0^{l},5$	$\frac{1}{100}$	$4^{m}37^{s}$	$3^{gr},894$	$0^{gr},945$	$2^{gr},949$
	$49^{l},0$	$1^{l},00$	$\frac{1}{50}$	$4^{m}20^{s}$	$3^{gr},977$	$1^{gr},955$	$2^{gr},022$

Ces expériences comparatives montrent que, si la proportion de l'acide carbonique contenu dans l'air inspiré s'accroît de $\frac{1}{17}$ à $\frac{1}{9}$, l'exhalation pulmonaire de l'acide carbonique est dans le premier cas considérablement diminuée, puis, dans le second cas, remplacée par une absorption de ce gaz qui s'accumule dans le sang et dans les tissus, comme P. Bert l'a démontré directement.

La deuxième série d'expériences montre que c'est exactement entre $\frac{1}{16,6}$ et $\frac{1}{12,5}$ d'acide carbonique ou entre 6 et 8 pour 100, c'est-à-dire lorsque l'air inspiré renferme à peu près 7 pour 100 d'acide carbonique, qu'il y a égalité entre l'absorption et l'exhalation de ce gaz par les poumons.

Je me suis demandé ensuite si une atmosphère renfermant seulement un centième d'acide carbonique diminue sensiblement l'exhalation de ce gaz; on a préparé deux appareils pour doser l'acide carbonique et deux expériences de mesure, l'une dans laquelle le même animal a inspiré 50 litres d'air

pur, l'autre dans laquelle il a fait circuler dans ses poumons 49lit,5 d'air pur et 0lit,5 d'acide carbonique, mélange à 1 pour 100.

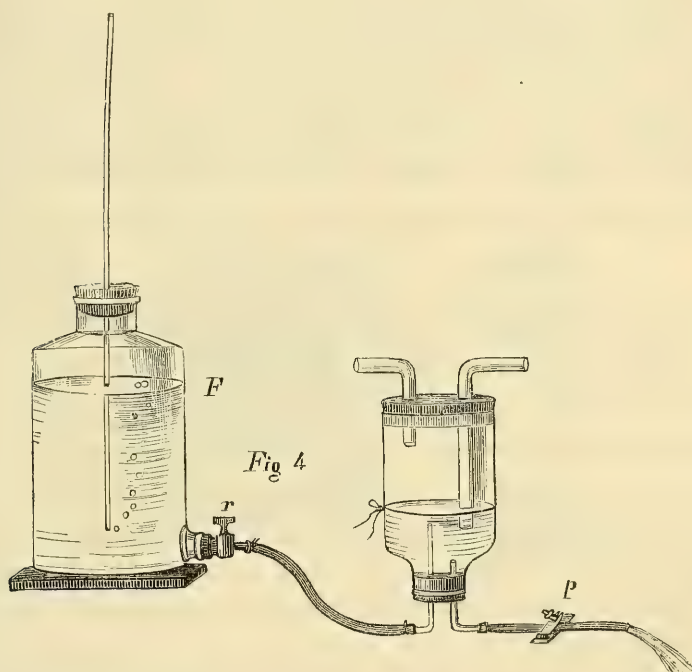
Le tableau des résultats montre que 2gr,81 — 2gr,096 ou 0gr,714 d'acide carbonique ont été enlevés en moins par 50 litres contenant 1 pour 100 d'acide carbonique, d'où il suit que dans une pareille atmosphère l'effet utile des mouvements respiratoires est diminué ; ces mouvements sont alors plus fréquents, ce qui produit une plus grande fatigue musculaire ; ajoutons que dans ces conditions l'acide carbonique augmente probablement dans le sang, et il serait facile de faire chez un animal deux analyses des gaz du sang pris dans l'artère carotide, le sang étant aspiré d'abord pendant que l'animal respire de l'air pur, le second échantillon de sang étant aspiré après que l'animal aurait respiré pendant un certain temps de l'air contenant 1 pour 100 d'acide carbonique.

Les expériences que j'ai faites chez l'homme ont fourni des résultats analogues : un homme qui a respiré un mélange contenant un centième d'acide carbonique a exhalé en moins 0gr,429 d'acide carbonique et dans une autre expérience faite avec un mélange renfermant un cinquantième d'acide carbonique, l'exhalation de ce gaz a été diminuée de 1gr,356, c'est-à-dire de plus d'un tiers.

J'insiste beaucoup sur ces faits, qui démontrent qu'il ne faut pas laisser dégager dans l'air que l'homme doit respirer de l'acide carbonique produit par les foyers allumés ou par les lumières artificielles ou par la respiration, puisque ce gaz diminue l'exhalation pulmonaire ; c'est là une raison qui doit faire condamner l'usage des poêles sans tuyaux qui offrent encore, comme nous le verrons dans un second mémoire, un autre danger par suite du dégagement d'oxyde de carbone, qui peut produire l'empoisonnement.

Variations produites dans l'exhalation de l'acide carbonique par l'inflammation de la muqueuse pulmonaire. — Chez un

chien du poids de $17^{kg},7$, on mesure d'abord le poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air pur, on trouve $3^{gr},235$; le passage de l'air à travers les poumons a duré $9^{m}10^{s}$. On essaye ensuite de faire respirer à l'animal de l'air mélangé d'un gaz irritant, l'acide sulfureux; j'avais pensé d'abord à composer dans un ballon de caoutchouc un mélange d'air et



d'acide sulfureux, mais ce gaz aurait pu se dissoudre en partie sur les parois humides du ballon et aurait pu attaquer le caoutchouc; j'ai préféré faire passer de l'air pur à travers une soupape d'inspiration de Regnault ou de Muller, contenant une dissolution d'acide sulfureux dans l'eau (fig. 4). Dès la première inspiration de l'air à travers la solution, l'animal s'agite et la respiration s'arrête pendant deux minutes environ, l'animal ne respire pas ou respire à peine, il fait des efforts de vomissement, bientôt il y a émission d'urine et menace d'asphyxie ; on arrête l'expérience; l'eau distillée

contenue dans la soupape d'expiration rougit le tournesol et a reçu par conséquent de l'acide sulfureux.

Le lendemain, vingt-quatre heures après, l'animal amené au laboratoire présente une respiration sifflante et rauque; l'auscultation fait reconnaître dans la poitrine de gros râles humides, il existe une bronchite généralisée qui a été produite par l'action de l'acide sulfureux. On fait respirer à l'animal 50 litres d'air pur, et on dose l'acide carbonique exhalé. Quarante-huit heures après, on répète cette mesure : six jours après, le chien a perdu $1^{kg},2$ de son poids, l'auscultation fait reconnaître dans la poitrine des râles humides à droite et à gauche ; je donne sous forme de tableau les résultats obtenus :

NUMÉROS des expériences.	DURÉE du passage de l'air dans les poumons.	CO^2 exhalé.	DIMINUTION dans l'exhalation de CO^2.
I. Air pur......................	9^m10^s	$3^{gr},235$	»
II. 24 heures après l'action de SO^2.	12^m45^s	$2^{gr},015$	$1^{gr},22$
III. 48 heures après..............	15^m40^s	$2^{gr},37$	$0^{gr},865$
IV. 6 jours après.................	7^m00^s	$2^{gr},42$	$0^{gr},815$

On voit donc que, dans la bronchite consécutive à l'action de l'acide sulfureux, l'exhalation de l'acide carbonique est notablement diminuée; les expériences II et III démontrent ce fait d'une manière d'autant plus probante que le poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air est diminué, quoique la durée du passage de l'air dans les poumons ait été plus longue que dans l'expérience de respiration normale.

Une autre série d'expériences faites sur le même animal quinze jours plus tard a donné des résultats analogues et a montré de plus que, lorsqu'on approche du moment de la guérison après une bronchite produite par l'acide sulfureux, le poids d'acide carbonique exhalé augmente et revient peu à peu au chiffre normal.

Ces recherches de physiologie pathologique présentent un si grand intérêt que nous avons entrepris, M. le docteur Quinquaud et moi, un grand nombre de recherches chez l'homme

et chez les animaux, pour déterminer quelles sont les variations produites dans l'exhalation de l'acide carbonique par les poumons chez l'homme atteint de diverses affections thoraciques ou chez les animaux chez lesquels nous avons produit artificiellement des lésions spéciales de l'appareil respiratoire.

RECHERCHES DE PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE SUR LA RESPIRATION, PAR MM. GRÉHANT ET QUINQUAUD

Avant de publier les expériences et les observations que nous avons faites, il est nécessaire d'indiquer quelques modifications apportées au procédé qui a été décrit plus haut et qui est dû à Gréhant.

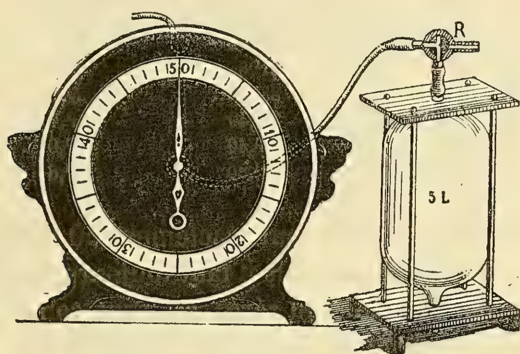


Fig. 5.

Vérification du compteur. — Pour être sûrs de l'exactitude des mesures de volume faites avec le compteur à gaz construit de telle sorte que, sur un cadran ayant 22 centimètres de diamètre, une longue aiguille marque les litres de 0 à 50 litres, nous avons fait construire par Alvergniat un manchon cylindrique de verre se terminant à la partie supérieure et à la partie inférieure par un col rétréci (fig. 5) ; le volume compris entre les deux traits marqués sur les cols est exactement 5 litres ; la pesée de l'eau a donné 5 kilogrammes. Nous avons fixé sur le

col supérieur un robinet à trois voies R mis en communication par un tube de caoutchouc avec l'orifice d'entrée du compteur. Le manchon jaugé étant plein d'air, on tourne le robinet de manière à envoyer l'air dans le compteur par immersion du manchon dans l'eau jusqu'au trait d'affleurement supérieur, et l'on recommence dix fois cette manœuvre ; voici le tableau des nombres obtenus :

VOLUMES introduits dans le compteur.	VOLUMES indiqués par l'aiguille du compteur.	DIFFÉRENCES
0 litre.	$0^{l},0$	»
5 litres.	$5^{l},4$	$5^{l},4$
10 —	$10^{l},9$	$5^{l},5$
15 —	$16^{l},15$	$5^{l},25$
20 —	$21^{l},30$	$5^{l},15$
25 —	$26^{l},40$	$5^{l},1$
30 —	$31^{l},55$	$5^{l},15$
35 —	$36^{l},70$	$5^{l},15$
40 —	$41^{l},40$	$4^{l},7$
45 —	$46^{l},40$	$5^{l},0$
50 —	$51^{l},20$	$4^{l},8$

Donc $51^{lit},2$ du compteur font exactement 50 litres et $26^{lit},4$ du compteur font 25 litres, mais il faut toujours, avant chaque mesure, ramener l'aiguille au zéro ; on peut conclure de ces nombres que le compteur mesure les volumes des gaz d'une manière suffisamment exacte.

Dosage de l'acide carbonique exhalé. — Nous avons été conduits à modifier l'appareil employé pour le dosage en poids de l'acide carbonique en supprimant les tubes en U à pierre ponce imbibée d'acide sulfurique qui présentent quelques inconvénients. Quand on fait passer à plusieurs reprises 50 litres d'air expiré saturé d'humidité à travers ces tubes, le pouvoir absorbant de l'acide est bientôt affaibli, ce qui oblige à renouveler fréquemment l'acide sulfurique. Nous avons reconnu qu'il est bien préférable d'employer, pour retenir la vapeur d'eau, des flacons barboteurs à col rodé avec tubes de Durand qui peuvent recevoir chacun de 500 à 600 grammes d'acide sulfurique monohydraté; tout récemment Alvergniat a mas-

tiqué avec un vernis spécial imperméable aux gaz le col de ces flacons qui gardent alors parfaitement, de sorte que jamais l'air extérieur ne peut pénétrer entre le col et le bouchon de verre creux auquel on a soudé deux tubes de verre.

On prend deux flacons à acide sulfurique pour absorber la vapeur d'eau contenue dans l'air expiré, puis deux barboteurs à solution concentrée de potasse ; enfin un dernier barboteur à acide sulfurique destiné à retenir la vapeur d'eau enlevée à la solution alcaline ; l'expérience a montré que ce dernier flacon

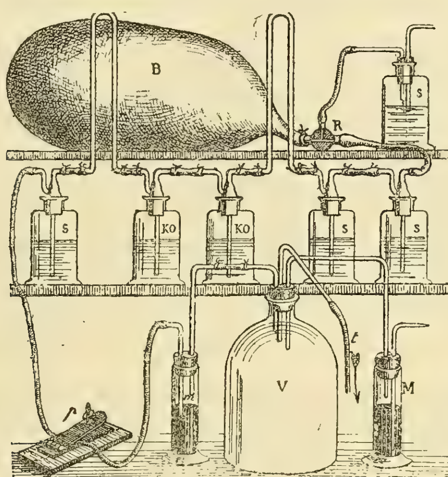


Fig. 6.

augmente en général d'un poids égal à la moitié de l'augmentation de poids des deux premiers flacons, ce qui démontre que la tension de la vapeur d'eau émise par la solution alcaline est environ moitié de la tension maxima de la vapeur d'eau à la même température. Les cinq flacons sont réunis par des tubes de caoutchouc noir, assujettis par des fils fortement serrés. A l'aide d'une trompe de Golaz ou d'Alvergniat, d'un réservoir à vide V et d'un régulateur d'aspiration à mercure M, on fait circuler à travers l'appareil et bulle à bulle l'air contenu dans le ballon de caoutchouc B qui renferme les 50 litres d'air expiré, et le barbotage établi dans la soirée dure généralement toute la nuit et ne se termine souvent que dans

l'après-midi du lendemain; lorsque le ballon est tout à fait vidé, pour éviter une diminution trop grande de la pression dans l'appareil, on fait rentrer de l'air extérieur d'une manière très simple : le robinet à trois voies R, qui est fixé au col du ballon de caoutchouc, est uni par un tube à un flacon barboteur contenant une solution de potasse ; l'air extérieur rentre bulle à bulle, se dépouille de la très petite quantité d'acide carbonique qu'il contient, déplace les gaz contenus dans les deux premiers flacons et les force à traverser la solution de potasse qui absorbe l'acide carbonique.

Danger de l'absorption. — L'appareil ainsi disposé doit être démonté de la manière suivante : il faut avoir soin de laisser marcher la trompe et de détacher les flacons absorbants, en commençant par ceux qui sont le plus éloignés de la trompe; car, si l'on opère autrement, c'est-à-dire si l'on détache d'abord le tube qui mène à la trompe, la pression atmosphérique fait aussitôt passer l'acide sulfurique du cinquième flacon dans la potasse du quatrième, et la potasse du troisième flacon dans l'acide du deuxième, d'où résulte une explosion d'un ou de plusieurs flacons, avec projection d'acide et de potasse; nous avons été témoins d'une explosion pareille, et heureusement nous n'avons pas été blessé. Pour éviter un pareil accident, qui se produirait également si l'eau venait à manquer à la trompe, nous avons intercalé entre les flacons à potasse et ceux à acide sulfurique deux longs tubes de verre recourbés en U, dont les branches ont chacune 60 centimètres environ, la partie courbée du tube étant tournée vers le haut. Si, malgré les précautions que nous avons indiquées, on démontait l'appareil de manière que l'absorption ait lieu, la colonne d'acide sulfurique ou de potasse pourrait monter dans le tube en U tenu verticalement, mais ne pourrait atteindre le flacon précédent; l'expérience serait manquée, mais aucun accident ne serait à craindre.

Vérification de l'exactitude du dosage. — On peut se demander si l'absorption de l'acide carbonique est complète dans

cet appareil; il ne serait pas impossible, nous a dit M. Cloez, dans une visite qu'il a faite au Laboratoire, que les bulles de gaz, qui se succèdent assez vite à travers les flacons barboteurs, conservent encore un peu d'acide carbonique, d'où résulterait une erreur dans le dosage; pour vérifier s'il en est ainsi, nous avons composé dans un ballon de caoutchouc un mélange très riche en acide carbonique, contenant 2^{lit},100 de ce gaz et 3^{lit},900 d'air, et nous avons ajouté à l'appareil absorbant, après les deux flacons de potasse, un flacon à eau de baryte. On fit séparément la pesée de chaque flacon. Quand le barbotage fut terminé, le premier flacon de potasse avait augmenté de 3^{gr},7, poids d'acide carbonique qu'il avait absorbé; le deuxième flacon de potasse avait augmenté de 0^{gr},037 et avait absorbé 100 fois moins d'acide carbonique que le premier; l'eau de baryte contenue dans le troisième flacon était restée limpide et avait perdu seulement un peu d'eau, qui fut retrouvée par la pesée du flacon suivant à acide sulfurique; ainsi se trouva démontrée l'exactitude du procédé de dosage de l'acide carbonique.

Pesée des barboteurs. — Nous avons employé pour faire les pesées une grande balance de Deleuil, qui permet de peser jusqu'à 5 kilogrammes à moins d'un centigramme; nous avons toujours opéré par double pesée de la manière suivante : les deux flacons à potasse et le flacon desséchant qui les suit sont placés dans le plateau droit de la balance; on met dans le plateau gauche des poids marqués pour former la tare, dont le poids doit être supérieur de 100 grammes environ à celui des flacons; on cherche et l'on inscrit le poids qui, ajouté aux flacons, fait équilibre à la tare. Deux pesées simples, faites l'une avant et l'autre après chaque expérience, donnent deux nombres dont la différence est égale au poids d'acide carbonique absorbé.

Nous décrirons les expériences que nous avons faites chez les animaux dans une première partie, et, dans une seconde partie, les déterminations qui ont été faites chez des malades.

PREMIÈRE PARTIE

Lésions expérimentales chez les animaux. — Dosage de l'acide carbonique exhalé.

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES

Chez un chien du poids de 18^{kg},300, nous avons mesuré par le procédé indiqué le poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air inspiré, et nous avons trouvé, dans une expérience qui a duré 8^{m} 10^{s}, 3^{gr},035 d'acide carbonique; une autre détermination, répétée quelques jours après sur le même animal, a donné, en 7^{m} 50^{s}, 3^{gr},051 d'acide carbonique, nombre très voisin du précédent.

5 décembre 1881. Après avoir découvert la trachée et après avoir coupé un seul anneau cartilagineux, on introduit dans les poumons, avec une longue sonde de gomme élastique, dont l'extrémité dépassait le point de bifurcation de la trachée, 6 centimètres cubes d'une solution de nitrate d'argent à 1 pour 100; la gouttière sur laquelle était fixé l'animal a été placée verticalement pendant l'injection, qui ne produisit ni toux ni aucun phénomène appréciable; la température rectale fut trouvée égale à 40 degrés; l'animal détaché parut aussi bien portant qu'auparavant.

Le lendemain, 6 décembre, la température rectale était 40°,5; la respiration était très accélérée; on put compter 84 inspirations et expirations par minute; en 5^{m} 10^{s}, l'animal fit circuler dans ses poumons 50 litres d'air, qui, analysé ensuite, ne contenait plus que 1^{gr},545 d'acide carbonique; il y eut donc une diminution très marquée : 3^{gr},051—1^{gr},545=1^{gr},506. Il est vrai que le temps mis par 50 litres d'air pour traverser les poumons a été moins grand, 5^{m} 10^{s} au lieu de 7^{m} 50^{s}; mais, pendant ce dernier temps, on trouve, par une simple propor-

tion, qu'un volume d'air égal à 70 litres aurait circulé dans les poumons et aurait enlevé 2^{gr},28 au lieu de 1^{gr},545, c'est-à-dire un nombre encore bien inférieur au chiffre normal, 3^{gr},051, puisque la différence est 0^{gr},775 ; il est donc manifeste que la lésion produite par le nitrate d'argent a diminué le poids d'acide carbonique enlevé aux poumons.

Le 7 décembre, le chien paraît moins oppressé ; il a mangé à midi ; par l'auscultation, on reconnaît quelques râles sous-crépitants disséminés dans la poitrine, sans souffle ; la température est 40°,2, le poids est 16^{kg},545 ; la circulation de 50 litres d'air dans les poumons dure 5 minutes, et le poids d'acide carbonique exhalé a été trouvé égal à 1^{gr},648 ; le nombre des inspirations était de 38 par minute. Nous représentons dans un tableau les résultats obtenus successivement jusqu'à la guérison de l'animal :

Injection de nitrate d'argent dans les poumons d'un chien.

BRONCHO-PNEUMONIE EXPÉRIMENTALE

DATES des expériences.	REMARQUES	POIDS de l'animal.	POIDS de l'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air.	DURÉE de l'expérience.	NOMBRE de respirations par minute.	TEMPÉRATURE rectale.
30 oct. 1881.	»	18^{k},300	3^{gr},035	8^{m} 10^{s}	»	39°,3
5 déc. 1881.	A 3 heures.	»	3^{gr},051	7^{m} 50^{s}	»	»
5 —	A 5 heures. Injection dans les poumons de 6 centim. cubes de solution de nitrate d'argent à 1 pour 100.	»	»	»	»	»
6 —	»	»	1^{gr},545	5^{m} 10^{s}	84	40°,5
7 —	Râles sous-crépitants.	16^{k},545	1^{gr},648	5^{m} 00^{s}	38	40°,5
8 —	»	16^{k},695	2^{gr},032	6^{m} 20^{s}	28	40°,1
9 —	»	17^{k},345	1^{gr},998	6^{m} 10^{s}	»	39°,4
10 —	Râles moins nombreux.	17^{k},145	2^{gr},445	7^{m} 12^{s}	21	39°,25
12 —	Respiration normale à l'auscultation	16^{k},345	3^{gr},04	8^{m} 7^{s}	»	39°,15

Il est facile de voir que l'élimination de l'acide carbonique

a diminué du jour où les lésions broncho-pulmonaires ont été produites. Cette diminution existe, soit qu'on la considère par rapport à un même volume d'air circulant à travers les poumons, soit qu'on l'examine par rapport au temps.

On pourrait objecter que la plaie trachéale modifie l'exhalation de l'acide carbonique ; mais l'expérience démontre que l'influence de la lésion est à peu près nulle. De plus, dans les autres expériences, nous avons évité la plaie trachéale, et les résultats ont été les mêmes.

Ce qui achève de démontrer la réalité du fait, c'est l'augmentation graduelle et progressive de l'exhalation de l'acide carbonique à mesure que la lésion guérit. Le 12 décembre, le chiffre 3^{gr},04 est identique au chiffre normal obtenu avant l'injection de nitrate ; or, s'il existait une erreur de dosage ou un trouble irrégulier dans la fonction pulmonaire, on n'obtiendrait pas des nombres indiquant un phénomène régulier, une loi de physiologie pathologique.

DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES

Broncho-pneumonie expérimentale très circonscrite devenue chronique.

Une autre série d'expériences faites sur un petit chien terrier a produit des lésions chroniques, tandis que, dans la série précédente, on a observé seulement des phénomènes aigus. Pour pratiquer une injection de nitrate d'argent, on a fait maintenir largement ouverte la gueule de l'animal, et l'on a introduit par la glotte, à l'aide d'un conducteur métallique recourbé, une sonde en gomme élastique, par laquelle on a injecté 5 centimètres cubes de solution de nitrate d'argent à 1 pour 100 ; pendant que la sonde traversait la glotte, on a observé un arrêt presque complet des mouvements respiratoires (apnée). Il fut facile de reconnaître que la sonde était bien dans les bronches, et non dans l'œsophage, car chaque

expiration soufflait la flamme d'une bougie placée à l'orifice.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

DATES des expériences.	REMARQUES	POIDS de l'animal.	POIDS de l'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air.	DURÉE de l'expérience.	NOMBRE de respirations par minute.	TEMPÉRATURE rectale.
21 déc. 1881.	Respiration normale	6k,300	2gr,401	12m35s	25	39°,3
22 —	id.	»	3gr,332	19m00s	22	»
22 —	Injection de 5 centimètres cubes de solution de nitrate d'argent par une sonde introduite dans la glotte.	»	»	»	»	»
23 —	»	5k,700	1gr,856	18m00s	»	40°,1
24 —	»	»	2gr,328	18m00s	33	40°,25
26 —	»	»	2gr,370	20m40s	34	39°,7
27 —	Souffle à droite, râles sous-crépitants, toux.	5k,700	2gr,28	18m40s	28	40°,7
28 —	»	»	2gr,34	20m40s	26	40°,15
1er mars 1882	Bronchite chronique, a engraissé.	7k,67	1gr,72	12m00s	»	»
2 —	»	»	2gr,346	12m30s	24	39°,2

On voit que les deux nombres 2gr,401 et 3gr,332, qui ont été fournis par deux expériences de respiration normale, sont différents, et cela tient à ce que la durée du passage à travers les poumons de 50 litres d'air a été très différente, 12m 35s et 19 minutes ; 2gr,401 ont été exhalés en 12m 35s ou en 755 secondes ; le poids du gaz exhalé en une seconde aurait été $\frac{2^{gr},401}{755}$, en 19 minutes ou 1140 secondes, 1140 fois plus grand, ou $\frac{2^{gr},401 \times 1140}{755} = 3^{gr},625$; ce nombre dépasse de 0gr,303 le chiffre de 3gr,332 qui a été trouvé, ce qui prouve qu'il n'y a point proportionnalité exacte entre les poids d'acide carbonique exhalé et les temps employés.

L'exhalation de l'acide carbonique s'est abaissée, après l'injection du sel d'argent, de 3gr,332 à 1,856 ou de 1gr,476 ; et plus de deux mois après la production de la lésion, il y avait encore de la toux ; l'animal fut sacrifié ; on trouva près de la

racine du poumon droit une zone de 2 centimètres de diamètre, grisâtre, affaissée, non crépitante, allant au fond de l'eau, ne s'insufflant pas ; sur une coupe, examinée à l'œil nu, le tissu était splénisé et d'un gris verdâtre. Au microscope, on a reconnu un épaississement scléreux des alvéoles avec quelques cellules épithéliales en voie d'atrophie ; il s'agissait d'un noyau de pneumonie chronique.

On doit encore noter dans ces lésions circonscrites chroniques une inégalité dans l'élimination de l'acide carbonique ; le 1er mars, la quantité de CO^2 est de 1gr,72 ; le lendemain, le poids de CO^2 s'est élevé à 2gr,346, chiffre normal.

Au point de vue clinique, lorsque l'on soupçonnera chez un malade une lésion pulmonaire, il sera bon de faire plusieurs dosages, afin de constater s'il y a une inégalité dans la quantité d'acide carbonique exhalé comparée à la normale, ce qui pourra indiquer : 1° s'il existe une altération broncho-pulmonaire ; 2° s'il y a une lésion circonscrite caractérisée par un faible écart entre le poids d'acide carbonique exhalé et celui qu'exhale un homme à l'état normal. Enfin, l'augmentation progressive du poids de l'acide carbonique, dans le cas d'une lésion broncho-pulmonaire, traduit la marche vers la guérison.

TROISIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES

Comme on pourrait objecter que la diminution de l'acide carbonique tient à l'inanition des chiens en expérience, et non pas à la lésion broncho-pulmonaire, nous avons soumis un animal à la privation d'aliments pendant quatre jours.

Le 15 avril nous soumettons à l'inanition une chienne de 11kg,270 ; nous faisons circuler 50 litres d'air à travers les poumons en 17 minutes ; le poids de l'acide carbonique exhalé est de 2gr,72.

Le 17 avril, même circulation de 50 litres d'air ; l'élimination de l'acide carbonique est de 2gr,57, c'est-à-dire qu'après deux jours d'inanition l'acide carbonique a peu varié, il a diminué seulement de 0gr,15. Or, dans nos expé-

riences, c'est le lendemain, parfois le jour même que, la diminution de l'acide carbonique se fait reconnaître, et dans de notables proportions, puisqu'il se fait un abaissement d'un tiers ou de moitié.

Le 19 avril, l'élimination de l'acide carbonique est égale à 2gr,36 ou 0gr,21 moins que l'avant-veille, 0gr,36 moins qu'au début.

Après quatre jours d'alimentation copieuse, le poids d'acide carbonique exhalé est remonté à 2gr,92 pour varier les jours suivants entre 2gr,80 et 2gr,85. En supposant que le nombre ait été de 2gr,92 au début au lieu de 2gr,72, l'inanition en deux jours n'aurait produit qu'un abaissement de 0gr,35, chiffre beaucoup inférieur à celui que nous obtenons en vingt-quatre heures ou même après quelques heures de lésions expérimentales. Nous concluons donc que la diminution de l'acide carbonique ne tient pas à l'inanition, mais est réellement due aux altérations broncho-pulmonaires.

QUATRIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES

Mécanisme de l'exhalation diminuée. — Comment se fait-il que dans des phlegmasies expérimentales du poumon, qui s'accompagnent de fièvre, on voit une diminution dans le rejet de l'acide carbonique ? C'est là un problème que nos recherches permettent de résoudre.

Nous avons cherché si la lésion pulmonaire déterminée par l'injection de nitrate d'argent et dont l'effet manifeste est de diminuer le poids d'acide carbonique exhalé, ne produit pas une accumulation d'acide carbonique dans le sang.

Chez un chien du poids de 10kg,77, nous avons fait circuler à travers les poumons 50 litres d'air en 19 minutes ; en dosant l'acide carbonique exhalé, on a trouvé 2gr,66 ; on prit alors par la veine jugulaire gauche, du côté du cœur, à l'aide d'une longue sonde de plomb, avec une seringue dont le volume intérieur est égal à 26 centimètres cubes, un volume de sang veineux rouge sombre, double de celui-ci, égal à 52 cen-

timètres cubes; on avait eu soin d'aspirer d'abord un peu de sang et de le rejeter pour remplir de sang l'espace nuisible. Aussitôt aspiré, le sang fut injecté par le robinet de la pompe à mercure, dans l'appareil de Gréhant, absolument vide d'air, qui sert à l'extraction des gaz du sang. Afin d'obtenir la totalité de l'acide carbonique, on a fait beaucoup durer l'extraction, le récipient étant immergé dans un bain d'eau à 40 degrés, température maintenue par un régulateur de d'Arsonval; on a recueilli dans une première cloche, en 20 minutes de manœuvres, $33^{cc},6$ de gaz :

Analyse de $33^{cc},6$ *de gaz.*

Potasse...............	$8^{cc},6$	d'où $25^{cc},0$ acide carbonique.
Acide pyrogallique.....	$1^{cc},5$	— $7^{cc},1$ oxygène.
—	—	— $1^{cc},5$ azote.

Au bout de 20 minutes d'attente, on obtint une seconde fois par quatre mouvements de pompe :

Analyse de $3^{cc},5$ *de gaz.*

Potasse...............	$0^{cc},7$	d'où $2^{cc},8$ acide carbonique.
Acide pyrogallique.....	$0^{cc},05$	— $0^{cc},7$ oxygène.

Enfin, en maintenant encore pendant trois heures le vide à la température de 40 degrés, on recueillit dans une troisième cloche :

Analyse de $0^{cc},2$ *de gaz.*

Potasse..............	$0^{cc},05$	d'où $0^{cc},15$ acide carbonique.

Ainsi l'on a obtenu en totalité $27^{cc},95$; rapportant ce volume à 100 centimètres cubes de sang, on a trouvé $53^{cc},75$ de gaz. La température était $18^{\circ},5$ et la pression 770 millimètres; le coefficient de correction par lequel il faut multiplier ce volume est 0,927, ce qui donne pour 100 centimètres cubes de sang veineux chez l'animal sain, $49^{cc},8$ d'acide carbonique sec à zéro et à la pression de 760 millimètres.

Le lendemain, 10 mai, on fit une injection par la glotte et

dans la trachée de 7 centimètres cubes de solution de nitrate d'argent à 1 pour 100 ; l'animal observé ensuite ne voulut pas manger.

Le 13 mai, le poids du chien était $10^{kg},17$, il avait diminué de $0^{kg},6$. On fit respirer 50 litres en 22 minutes, on a compté 15 respirations par minute ; la température rectale était 40 degrés ; le poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air était égal à $1^{gr},89$; il avait diminué de $2^{gr},66 - 1^{gr},89$ ou de $0^{gr},77$.

Le même jour, on fit dans la veine jugulaire droite une seconde prise de 52 centimètres cubes de sang dont les gaz furent extraits exactement dans les mêmes conditions que dans l'analyse précédente : on obtint en totalité $25^{cc},45$ d'acide carbonique à $18^{o},5$ et à la pression de $765^{mm},8$, ce qui donna pour le volume corrigé, le coefficient de correction étant 0,9216, $23^{cc},45$ ou pour 100 centimètres cubes de sang, $45^{cc},1$ d'acide carbonique, nombre inférieur au précédent et qui montre que, loin de s'accumuler dans le sang à la suite de la lésion pulmonaire, l'acide carbonique était en diminution dans ce liquide, ce qui indique que la production de ce gaz dans tout l'organisme était également diminuée.

Nous concluons donc que les altérations broncho-pulmonaires ne déterminent point une sorte de barrage, une gêne mécanique à l'issue des gaz, puisqu'on ne trouve pas d'accumulation d'acide carbonique dans l'appareil circulatoire.

Il est donc rationnel d'admettre que la lésion retentit sur l'organisme, peut-être par l'intermédiaire du système nerveux, pour atténuer les phénomènes chimiques de la nutrition intime des tissus ; la comparaison des gaz du sang avant et après les lésions locales plaide en faveur de cette pathogénie.

CINQUIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES

Pleurésie expérimentale chez le chien. — Nous avons déterminé chez le chien, par injection d'huile neutre dans la plèvre, une inflammation de cette membrane séreuse, afin de recher-

cher si la pleurésie avec épanchement modifie l'exhalation pulmonaire de l'acide carbonique.

On a fait circuler dans les poumons d'un chien 25 litres d'air en 4ᵐ 15ˢ, on a trouvé que le poids d'acide carbonique exhalé était 1gr,885 ou 3gr,77 pour 50 litres d'air ; on a injecté dans la cavité pleurale, à l'aide d'un trocart et d'une seringue munie d'un robinet à trois voies, 140 centimètres cubes d'huile ; pendant l'injection, surtout à la fin, l'animal s'est agité, mais on n'a pas vu sortir d'huile de la plèvre par la petite ouverture qui a été faite à cette membrane et aux parois thoraciques ; on a fait respirer de nouveau presque immédiatement 25 litres d'air, qui ont circulé en 3ᵐ 30ˢ, et on a trouvé que le poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air aurait été 3gr,67, nombre très voisin du précédent ; ce qui montre que l'introduction de l'huile autour du poumon n'a pas immédiatement modifié le poids d'acide carbonique exhalé.

Quelques jours après, l'animal a été sacrifié, l'autopsie nous a montré la plèvre droite remplie par un épanchement purulent du volume d'un litre, dans lequel nageaient des flocons albumino-fibrineux et des gouttelettes de graisse, la séreuse était tapissée par un exsudat séro-membraneux à surface libre frangée ; des parties adhérentes de l'exsudat, on voyait flotter dans le liquide une foule de filaments ; la plèvre avait sécrété au moins 860 grammes de liquide purulent. La plèvre gauche ne contenait qu'un exsudat solide pseudo-membraneux sans épanchement de liquide.

On voit donc que la compression mécanique n'a produit, après l'injection, qu'une bien faible diminution dans l'exhalation de l'acide carbonique ; pour que le poids diminue, il semble nécessaire, comme nous allons le voir, que la lésion ait retenti sur l'organisme ; la gêne mécanique joue un rôle bien secondaire.

Nous avons fait, M. Quinquaud et moi, un certain nombre d'expériences pour étudier plus complètement l'effet produit par la pleurésie expérimentale sur l'exhalation de l'acide carbonique, et voici les résultats que nous avons obtenus :

PLEURÉSIE EXPÉRIMENTALE CHEZ UN CHIEN DE 11 KILOG. AVEC INJECTION D'HUILE

DATES des expériences.	REMARQUES	POIDS d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air.	DURÉE de l'expérience.	NOMBRE de respirations en une minute.	TEMPÉRATURE rectale.
22 avril 1882.	Bien portant.	2gr,82	12 min.	10	39°,5
25 —	Avant l'injection.	2gr,71	13 —	11	39°,6
25 —	Une heure après l'injection.	2gr,44	16 —	18	39°,7
27 —	Frottements pleuraux simulant des bouffées de râles crépitants.	0gr,425	19 —	22	39°,3
28 —	Epanchement très net.	1gr,04	15 —	24	39°,5

L'exhalation de l'acide carbonique a peu diminué une heure après l'injection, l'un des poumons étant comprimé par le liquide injecté ; c'est surtout quarante-huit heures après, lorsque l'épanchement était produit, que le rejet de l'acide carbonique a présenté un abaissement considérable ; la phlegmasie a retenti d'une manière notable sur la production et sur l'exhalation de l'acide carbonique.

Nous avons encore fait d'autres séries d'expériences, j'indiquerai encore la suivante :

Pleurésie expérimentale chez un chien. — Le 23 mars 1882, nous avons produit une pleurésie en injectant dans la plèvre droite 10 centigrammes de poudre de cantharides en suspension dans 40 grammes d'eau distillée : la respiration s'est accélérée ; la température rectale est restée la même.

Le 24, la dyspnée est évidente, l'animal a refusé les aliments, il est triste, blotti dans un coin ; la palpation thoracique fait percevoir de petites vibrations, et l'auscultation révèle qu'il s'agit de frottements pleuraux superficiels, arrivant par bouffées et ayant la plus grande analogie avec les râles de pneumonie.

Le 30 et le 31, on perçoit de la matité, les frottements pleuraux diminuent, l'oppression augmente ; il est facile de le

constater aux mouvements des flancs, à leur amplitude, aux dépressions sous-costales :

DATES des dosages.	REMARQUES	POIDS de l'animal.	POIDS de CO^2 exhalé dans 50 litres d'air.	DURÉE de l'expérience.	NOMBRE de respirations par minute.	TEMPÉRATURE rectale.
23 mars 1882.	Respiration normale après injection de poudre de cantharides dans la plèvre droite.	15k,170	2gr,623	17m00s	12	39°,2
24 —	»	15k,170	1gr,516	16m00s	20	38°,9
30 —	Léger épanchement pleural.	15k,070	1gr,210	15m40s	24	39°,0
31 —	L'épanchement augmente.	15k,000	1gr,000	16m20s	28	39°,4

On voit nettement, d'après ces résultats, que le poids de l'animal restant à peu près le même, la durée de l'exhalation de l'acide carbonique étant semblable, le rejet de ce gaz diminue dans de fortes proportions lorsque l'on produit une pleurésie expérimentale.

Conclusions. — De ces nombreuses recherches de physiologie pathologique découlent les conclusions suivantes :

1° Le procédé de dosage de l'acide carbonique décrit plus haut donne des résultats très exacts, puisqu'un même animal élimine par ses poumons des quantités d'acide carbonique presque identiques lorsqu'il est placé dans les mêmes conditions; nous avons dosé le poids de l'acide carbonique exhalé pendant plusieurs jours de suite chez un animal à l'état sain.

2° Les lésions expérimentales bronchiques, pulmonaires, pleurales, même avec fièvre, diminuent la quantité d'acide carbonique rejeté.

3° Lorsque la lésion diminue ou passe à l'état de phlegmasie chronique, la quantité de l'acide carbonique exhalé s'accroît, se rapproche de la normale sans l'atteindre. Au moment où la guérison est complète, la quantité d'acide car-

bonique éliminé remonte au chiffre physiologique. On possède donc ainsi une mesure exacte pour apprécier quel est l'état de la lésion viscérale.

4° Le mécanisme de cette diminution d'acide carbonique exhalé sous l'influence des altérations expérimentales, ne consiste pas en une sorte de barrage pulmonaire, la lésion retentit probablement par l'intermédiaire du système nerveux sur les éléments de l'organisme, pour produire des diminutions de la nutrition générale : les dosages des gaz du sang, avant, pendant et après, plaident en faveur de cette pathogénie.

DEUXIÈME PARTIE

Recherches faites chez les malades atteints d'affections thoraciques.

Les données précédentes de physiologie pathologique trouvent leur application en clinique : nous verrons, en effet, que les maladies thoraciques se comportent pour l'exhalation de l'acide carbonique comme les lésions produites expérimentalement.

Nous avons commencé cet ordre de recherches dans divers états morbides. Pour faire ces recherches, nous avons appliqué sur la face des malades un masque de caoutchouc construit sur nos indications par Galante et qui, au niveau des yeux, présente deux fenêtres de verre enchâssées dans le caoutchouc : de cette manière, les malades ne sont pas plongés dans l'obscurité et respirent plus facilement sans anxiété. Ce masque est fixé derrière l'occiput et assujetti par plusieurs circulaires de bandes de caoutchouc enroulées sur le sommet de la tête, sur les parties latérales et sous le menton ; le masque se termine par un tube de caoutchouc de 2 centimètres de diamètre communiquant par un tube en T avec deux flacons ou soupapes à eau et avec deux ballons, l'un contenant 25 litres d'air devant servir à l'inspiration, l'autre destiné à recevoir les produits de l'expiration.

Nos premières expériences faites chez l'homme nous ont montré que, malgré toutes les précautions prises dans l'adaptation du masque, le volume du gaz expiré dans le deuxième ballon est toujours inférieur au volume réel qui est sorti des poumons ; c'est au moment de l'expiration que l'air s'échappe en petite quantité ; au moment de l'inspiration, au contraire, le masque s'applique parfaitement sur toutes les inégalités que présente l'ovale de la tête. Aussi, en nous servant du pro-

cédé que Gréhant a découvert pour la mesure du volume d'air contenu dans les poumons, nous mesurions avec l'hydrogène et l'eudiomètre le volume des gaz expirés, avant de les soumettre à l'analyse qui faisait connaître le poids d'acide carbonique exhalé; ayant déterminé le poids de ce gaz contenu dans le volume d'air expiré dans le ballon, nous cherchions par une simple proportion le poids d'acide carbonique qui aurait été exhalé dans 50 litres d'air expiré.

Depuis, M. le docteur Quinquaud a obtenu une fermeture hermétique du masque, par l'emploi d'un tube de caoutchouc souple de forme ovalaire, qui est muni d'un robinet à l'aide duquel on insuffle de l'air légèrement comprimé; c'est un coussin à air ou une espèce de fanchon qui s'applique sur l'ovale de la tête et que l'on recouvre du masque et des bandes de caoutchouc; l'insufflation de l'air faite après l'application des bandes produit une occlusion complète, et il est facile de reconnaître que le volume d'air expiré est à peu près égal au volume d'air inspiré, quoique toujours un peu plus petit.

Comme plusieurs dosages, à l'état pathologique, ont été faits chez des vieillards, il était utile d'apprécier chez eux, à l'état physiologique, d'après notre méthode, la quantité de l'acide carbonique éliminé dans 50 litres d'air et dans un temps donné.

ÉTAT PHYSIOLOGIQUE

Observation I. — *Dosage de l'exhalation de l'acide carbonique chez une femme de soixante et un ans, respirant bien, sans essoufflement.*

Le 20 mars 1882, on fit respirer, à l'aide du masque de caoutchouc, 25 litres d'air; on recueillit seulement 18^{lit},680 d'air expiré qui contenaient 0^{gr},62 d'acide carbonique; 50 litres d'air expiré auraient contenu 1^{gr},659 d'acide carbonique, chiffre inférieur à celui que l'on obtient chez l'adulte pour un même temps et pour un même volume d'air expiré;

un homme adulte a exhalé dans 50 litres d'air et en six minutes 3gr,333 d'acide carbonique, c'est-à-dire un poids double; une femme de trente ans a exhalé 2gr,27.

Observation II. — *Dosage de l'acide carbonique chez une femme âgée de quatre-vingt-sept ans, bien portante.*

Chez cette femme, le dosage de l'acide carbonique a donné 1gr,61, nombre très voisin de celui qui a été fourni dans l'observation précédente, et qui montre encore que chez les personnes âgées il y a une grande diminution dans l'exhalation de l'acide carbonique.

ÉTAT PATHOLOGIQUE

Observation III. — *Pleurésie avec épanchement séro-fibrineux à droite. — Dosage de l'acide carbonique exhalé avant et après la thoracentèse. — Guérison.*

Le tableau suivant résume une observation qui a été prise chez une femme âgée de trente ans, infirmière à l'hospice des Ménages, qui a été atteinte de pleurésie avec épanchement abondant :

DATES des dosages.	REMARQUES cliniques.	POIDS de l'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air.	DURÉE de l'expérience.	NOMBRE de respirations par minute.	TEMPÉRATURE
20 février 1882.	Grand épanchement pleural droit avec matité absolue dans les deux tiers inférieurs de la poitrine..............	0gr,396	8m30s	24	37°,2
22 février 1882.	Depuis plusieurs nuits légers accès de suffocation.	0gr,42	8m00s	22	37°,6
23 février 1882.	Thoracentèse : on a tiré 1kg,600 de liquide citrin. La respiration s'entend dans les deux tiers supérieurs de la poitrine..	1gr,716	8m20s	24	37°,4
25 mars 1882 ..	Ce qui restait de liquide s'est résorbé graduellement.................	2gr,27	7m30s	20	37°,4
3 avril 1882....	La respiration ne reste obscure que dans le $\frac{1}{5}$ inférieur ; la malade est en pleine convalescence................	»	»	»	»
13 avril 1882...	Bronchite aiguë.........	1gr,08	8m30s	22	»

Il est facile de voir que la thoracentèse, en favorisant la résolution de la pleurésie, a eu pour effet d'augmenter l'exhalation de l'acide carbonique, qui se rapproche du chiffre normal à une époque où tous les symptômes font admettre la convalescence de l'affection pleurale ; on peut conclure que notre procédé de dosage peut servir à mesurer, non seulement l'aggravation, mais encore les améliorations, enfin la guérison complète lorsque la quantité d'acide carbonique est normale. Chez notre malade, il est survenu une bronchite : immédiatement le dosage a traduit cette légère complication par une diminution notable dans le chiffre de l'acide carbonique exhalé.

Observation IV. — *Emphysème pulmonaire chez un vieillard de soixante-dix-huit ans.*

9 mars. Cet homme présente les déformations thoraciques de l'emphysème ; l'exhalation de l'acide carbonique est seule-

ment de 0gr,561, chiffre bien faible si on le compare à 1gr,61 que nous considérons comme à peu près normal chez le vieillard.

Pneumonie. — Dans deux cas de pneumonie aiguë, nous avons constaté, malgré l'existence de la fièvre et d'une température de 39°,2, une diminution considérable du poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air; nous avons trouvé dans un cas 0gr,38, dans l'autre 0gr,19, pendant que les râles crépitants existaient; plusieurs jours plus tard, quand les malades étaient en bonne voie de guérison, le chiffre de l'acide carbonique s'est élevé à 1gr,1 et à 1gr,05, il était donc devenu trois fois et cinq fois plus grand que le premier chiffre obtenu.

Conclusions. — Nos mesures faites chez les malades nous ont conduit, M. Quinquaud et moi, à formuler les conclusions suivantes :

1° La pleurésie avec épanchement, fébrile ou non fébrile, détermine une diminution de l'acide carbonique éliminé. Après la thoracentèse, la quantité de l'acide carbonique rejeté s'accroît. La résolution s'annonce toujours par une augmentation de l'acide carbonique exhalé;

2° En mesurant, à l'aide de notre procédé, l'élimination de l'acide carbonique, il est possible de savoir si la médication suivie est efficace ou sans effet;

3° Lorsque des accidents broncho-pulmonaires se produisent dans la pleurésie, le dosage de l'acide carbonique les traduit aussitôt par une décroissance dans l'exhalation;

4° L'emphysème pulmonaire amène également une diminution de l'acide carbonique rejeté;

5° Il en est de même dans les cas de pneumonie lobaire aiguë ou de broncho-pneumonie; on est averti de la résolution de la maladie par l'augmentation d'acide carbonique exhalé.

Ce procédé d'investigation permet donc de reconnaître avec une grande précision comment le poumon fonctionne, fait important en clinique au point de vue du diagnostic et du pronostic.

ACTION TOXIQUE DE L'ACIDE CARBONIQUE

Il est très facile de démontrer, chez les animaux, l'action toxique de l'acide carbonique; il suffit d'introduire, au fond d'un grand bocal cylindrique de verre le tube abducteur d'un appareil qui produit ce gaz; l'acide carbonique, dont la densité est 1,52, déplace l'air peu à peu. Un petit animal, un cochon d'Inde ou un pigeon, placé dans le récipient, tombe sur le flanc au bout de quelques secondes, et meurt presque aussitôt; si l'on enlève l'animal pour le porter à l'air, le mammifère peut revenir à la vie si l'action du poison n'a pas duré plus d'une minute; l'oiseau meurt presque toujours.

Grotte du chien. — Cette expérience, que l'on fait dans les cours de physiologie, est souvent répétée à Pouzzoles, près de Naples, dans une grotte célèbre qui présente une excavation naturelle dans laquelle a lieu un dégagement continu d'acide carbonique; si l'on introduit un chien dans la partie qui renferme ce gaz, l'animal tombe au bout de quelques instants, tandis que l'homme respirant dans l'air pur au-dessus de la couche de gaz toxique, n'éprouve aucun accident; l'animal, retiré et porté au dehors, revient rapidement et peut servir pour une autre expérience.

Accidents qui peuvent survenir dans les puits; moyen de les éviter. — Il arrive souvent qu'un ouvrier qui descend dans un puits y tombe sans connaissance et meurt; s'il a le temps d'appeler au secours, un autre ouvrier descend et succombe à son tour, et il n'est pas rare que l'on ait à déplorer la mort de plusieurs victimes. Au mois de septembre 1886, trois personnes qui descendirent successivement dans un puits situé à Clamart succombèrent, et cet accident déplorable eut beau-

coup de retentissement. La mort peut être due à deux causes : l'air du puits ne contient plus ou presque plus d'oxygène, ce qui produit l'asphyxie, ou bien il renferme de l'acide carbonique qui produit l'empoisonnement. Une autre fois, des ouvriers qui avaient travaillé toute la matinée dans un puits sortirent pour aller prendre leur repas, et revinrent au travail. Des émanations gazeuses qui eurent lieu pendant leur absence avaient rendu l'atmosphère intérieure du puits irrespirable, et ces malheureux ouvriers, à peine descendus dans le puits, furent frappés de mort. Il serait toujours possible d'éviter à l'avenir de pareils accidents si l'on se faisait une règle d'employer une précaution que j'ai indiquée il y a longtemps (1). Avant de permettre à un homme de descendre dans un puits, dans une fosse ou dans un caveau, ou même de pénétrer dans un cellier où se trouvent des cuves de vin en fermentation, il faudrait y faire descendre, à l'aide d'une corde, un panier à claire-voie ou une cage contenant un mammifère ou un oiseau, et laisser séjourner l'animal pendant plus d'une heure au fond du puits : si, après avoir retiré la cage, on trouve l'animal mort, il faut renouveler complètement l'atmosphère intérieure du puits, ce qui exige l'envoi d'un volume d'air pur de 5 à 10 fois plus grand que le volume d'air vicié qui remplit le puits. On peut arriver à produire ce renouvellement, qui exigera toujours un temps assez long, à l'aide d'un ventilateur très simple et qu'on se procure à bon marché, qui est muni d'un tuyau suffisamment long. Cet instrument, que les puisatiers mettent en usage, paraît indispensable.

Il faut toujours s'assurer, après que le renouvellement de l'air a eu lieu, que l'animal servant à l'épreuve, introduit de nouveau, continue à vivre sans éprouver d'accidents, et il est prudent de faire cet essai chaque fois que le travail a été interrompu.

L'acide carbonique, à une dose élevée, agit comme poison; à une dose moindre, il agit comme anesthésique, et je dois

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1870.

entrer dans de grands développements sur ce sujet, qui présente un vif intérêt.

Recherches de P. Bert. — Pour étudier l'action de l'acide carbonique, P. Bert a fixé, dans la trachée d'un chien, un tube qui a été mis en communication avec un sac de caoutchouc contenant 82 pour 100 d'oxygène; ce gaz était absorbé peu à peu dans les poumons, et il était remplacé par de l'acide carbonique dont la proportion centésimale allait toujours en augmentant; l'expérience a duré cinq heures et demie, et l'animal est mort quand la proportion de l'acide carbonique devint égale dans le mélange gazeux à 45,7 pour 100, la proportion de l'oxygène étant encore égale à 31,8 pour 100. Plusieurs échantillons de sang furent pris dans l'artère carotide, et furent introduits dans l'appareil à extraction des gaz, et l'on reconnut que la proportion de l'oxygène dans le sang se maintenait à peu près la même dans les premières heures, tandis que la proportion de l'acide carbonique allait toujours en augmentant jusqu'au moment de la mort; on obtint alors de 100 centimètres cubes de sang, $114^{cc},2$ d'acide carbonique, telle est la dose mortelle dans le sang. La température rectale s'abaissa beaucoup; de $37^{\circ},6$, température normale du chien, elle descendit à 27 degrés; la différence est égale à $10^{\circ},6$; les mouvements respiratoires diminuèrent de vingt et un à huit par minute, de même le nombre des battements du cœur alla en diminuant; la pression du sang dans l'artère carotide descendit notablement.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus par le célèbre physiologiste dont les savants déplorent la mort prématurée :

	Au début	Après 1^h 5	Après 2^h 9	Après 2^h 40	Après 3 ^{h}5	Après 3^h 50	Après 4^h 35	Après 4^h 45	Après 5^h 20	Après 5^h 50
Oxygène du sac.....	82,0	66,2	51,7	»	42,5	39,0	35,0	»	32,9	31,8
CO^2..............	»	15,5	29,7	»	37,3	40,3	42,1	»	45,2	45,7
Oxygène du sang....	21,4	20,7	»	21,0	»	23,2	»	18,7	»	9,7
CO^2..............	42,7	66,8	»	88,7	»	95,4	»	97,5	»	114,2
Température rectale.	37°,6	35°,8	32°,2	31°,2	30°,8	29°,5	28°,5	»	28°,0	27°,0
Mouvements respiratoires...........	21	43	38	36	28	20	16	»	8	»
Pulsations..........	»	100	88	72	60	48	32	»	28	»
Pression cardiaque..	»	13 à 16	14 à 16	»	»	11 à 15	»	»	8 à 10	»

Paul Bert ne s'est pas contenté de mesurer la dose toxique de l'acide carbonique dans le sang, il a cherché à déterminer la quantité de ce gaz qui s'accumule dans les tissus. « Un poids déterminé des tissus de l'animal en expérience était introduit, coupé en petits morceaux, dans un flacon jaugé d'une capacité environ triple. Le flacon était alors bien rempli avec une solution assez forte de potasse ou de soude caustique; une semblable solution était gardée comme témoin dans un autre flacon bien plein et bien bouché; je laissais le tout en place pendant vingt-quatre heures, et je supposais que, dans ce laps de temps, l'alcali s'était emparé de tout l'acide carbonique dont pouvaient être imprégnés les tissus.

« Je prenais alors une certaine quantité du liquide, et le faisais pénétrer dans le récipient de la pompe à mercure, où avait été introduite préalablement, et bien épurée de ses gaz, une solution d'acide sulfurique. L'acide carbonique, aussitôt déplacé par ce dernier, était aisément extrait et recueilli, et un calcul bien simple me permettait de savoir combien 100 grammes de tissus mis en expérience contenaient d'acide carbonique.

« Je ne manquais pas de soumettre au même traitement la solution d'alcali gardée comme témoin, parce qu'elle contenait toujours une certaine quantité d'acide carbonique qu'il fallait naturellement déduire.

« Cette méthode très simple, à laquelle je ne prétends pas

attribuer une exactitude de décimales, me paraît devoir donner des résultats très suffisamment voisins de la vérité; elle a l'immense avantage de ne point nécessiter d'outillage compliqué, et de permettre aisément un grand nombre d'expériences comparatives. »

En opérant par ce procédé, que j'ai cité textuellement, Paul Bert a trouvé que du corps des animaux tués par l'acide carbonique on peut extraire environ 30 pour 100 de son volume de ce gaz, tandis qu'à l'état normal on n'en peut retirer que 10 à 15 pour 100. Lorsque les animaux meurent dans l'air comprimé et confiné, plus la pression est forte, moins est grande la proportion centésimale de l'acide carbonique qui est nécessaire pour amener la mort. C'est encore un fait qui a été établi par les expériences de P. Bert.

ANESTHÉSIE PAR L'ACIDE CARBONIQUE

Pendant la durée de l'empoisonnement progressif par l'acide carbonique, il arrive un moment où l'animal devient insensible aux excitations, à l'électrisation des nerfs sensitifs, et où l'œil lui-même perd complètement sa sensibilité. P. Bert a reconnu que cette anesthésie a lieu lorsque le sang contient de 72 à 95 pour 100 d'acide carbonique. Cette anesthésie si complète devait conduire à l'idée d'une application chirurgicale possible.

Paul Bert, au lieu de faire respirer les animaux dans un sac de caoutchouc plein d'oxygène, et d'attendre que la quantité d'acide carbonique formé devînt assez grande pour causer l'anesthésie, a eu l'idée de faire préparer des mélanges d'oxygène et d'acide carbonique; un mélange contenant 20 pour 100 d'acide carbonique n'a produit l'insensibilité qu'après une heure et demie, et la température s'est abaissée de 4 degrés. Avec un mélange renfermant 40 pour 100 d'acide carbonique, l'insensibilité est survenue après trois ou cinq minutes.

Recherches de M. Ozanam. — En 1858, le docteur Ozanam

a communiqué à l'Académie des sciences des expériences dans lesquelles il obtint l'anesthésie en faisant respirer à des lapins de l'air mélangé avec une proportion non mesurée d'acide carbonique; la tête de l'animal était plongée dans une vessie au fond de laquelle s'engageait le tuyau parti d'un gazomètre à acide carbonique; les bords du sac, faiblement pressés autour du cou, laissaient toujours pénétrer une petite quantité d'air atmosphérique dont on pouvait graduer la dose à volonté en soulevant un pli.

Aussi longtemps que l'on voulait prolonger le sommeil il fallait continuer les inhalations. Après une période d'excitation qui dure peu, survient la période d'anesthésie; l'animal est étendu, sur le côté, les quatre membres souples et relâchés, la respiration est profonde et ralentie, la pupille modérément dilatée; le cœur bat lentement et avec moins de force; la peau, les oreilles, les membres, la racine des ongles sont insensibles; l'anesthésie est complète. « Nous avons transpercé les chairs, dit M. Ozanam, et cautérisé cinq fois avec le fer rouge, sans que l'animal donnât signe de douleur. »

M. Ozanam fit préparer par M. Fontaine un sac qui contenait 100 litres d'acide carbonique, afin de prolonger l'anesthésie aussi longtemps qu'il serait possible. L'animal fut endormi au bout de trois minutes, sans convulsions, et resta étendu sur le côté, dans un sommeil tranquille, sans qu'on fût obligé de le tenir, les inhalations furent continuées pendant quatre-vingt-sept minutes, puis l'appareil fut retiré; le sommeil complet dura encore cinq minutes, vers la dixième minute les pattes commencèrent à s'agiter.

M. Ozanam conclut de ses expériences qu'il y aurait un avantage immense à employer l'acide carbonique en inhalations, et il regarde ce gaz comme l'anesthésique le plus innocent.

Recherches de Gréhant. — Tout récemment, j'ai employé l'acide carbonique comme anesthésique. On obtient sans difficulté l'anesthésie du chien par l'emploi de mélanges titrés

d'air et de vapeur de chloroforme, suivant la méthode de Paul Bert, ou par le procédé de M. Quinquaud, en faisant passer l'air inspiré à travers un flacon contenant un mélange de chloroforme et d'alcool; mais il arrive souvent, quand on emploie le chloroforme chez le lapin, que l'animal meurt par suite d'une vive irritation des nerfs nasaux et laryngés qui arrête les mouvements respiratoires.

Paul Bert a bien démontré que cette excitation tient à l'action irritante du chloroforme ou de l'éther sur les muqueuses oculaire, nasale, buccale et surtout glottique : « En effet, dit-il, ouvrons la trachée d'un lapin, prenons un tube de verre muni d'une petite ampoule et introduisons dans l'ampoule de petits morceaux de ouate imbibés de liquide anesthésique : nous voyons l'animal s'arrêter, puis s'endormir tranquillement en devenant complètement insensible ; il ne présente alors aucune excitation. »

Au lieu d'employer des mélanges d'acide carbonique et d'oxygène, comme le faisait P. Bert, j'ai préféré composer des mélanges d'acide carbonique et d'air additionné d'un volume d'oxygène tel que la proportion de l'oxygène soit égale à 20,8, exactement comme dans l'air; un petit volume d'oxygène suffit alors pour obtenir un grand volume de mélange capable de produire l'anesthésie; il est très facile de calculer les volumes x d'acide carbonique et y d'oxygène qu'il faut ajouter à 100 litres d'air, mesurés avec le compteur à gaz, pour obtenir un mélange renfermant 30 pour 100 d'acide carbonique et 20,8 d'oxygène; on a les deux équations :

$$\frac{100+x+y}{x}=\frac{100}{30} \quad \text{et} \quad \frac{100+x+y}{20,8+y}=\frac{100}{20,8}$$

En effectuant les calculs, on trouve 48 litres d'acide carbonique et $12^{\text{lit}},68$ d'oxygène.

En faisant respirer à un lapin, à l'aide d'une muselière de caoutchouc et de soupapes à eau, ce mélange à 30 pour 100 pendant quarante minutes, je n'ai pas pu obtenir l'anesthésie ;

la cornée restait sensible : cependant la température rectale était abaissée de 3°,1, diminution considérable de la température, qui a été signalée par Paul Bert dans des expériences faites sur le chien.

J'ai fait respirer pendant trois quarts d'heure à un lapin un mélange contenant 40 pour 100 d'acide carbonique et l'anesthésie n'a pas été tout à fait complète, le sang artériel pris dans l'artère carotide contenait 72,7 pour 100 d'acide carbonique.

Un mélange à 50 pour 100 d'acide carbonique et contenant comme toujours 20,8 d'oxygène a produit chez le lapin l'anesthésie complète de la cornée deux minutes après le début de l'expérience ; trois quarts d'heure après, on a extrait les gaz du sang, et l'on a trouvé 95,4 pour 100 d'acide carbonique ; l'anesthésie a été maintenue pendant deux heures, le nombre des respirations a diminué de 64 à 9 par minute.

Enfin, j'ai composé un mélange à 45 pour 100 formé de 100 litres d'air, de 105 litres d'acide carbonique et de 28^{lit},3 d'oxygène ; ce mélange a produit l'insensibilité complète de la cornée en deux minutes : c'est celui que l'on doit préférer. Lorsqu'on cesse de faire respirer l'acide carbonique, la sensibilité revient très vite, l'élimination de l'acide carbonique dans l'air paraît rapide, comme le montre l'expérience suivante :

Chez un chien du poids de 15 kilogrammes fixé sur la gouttière, on prend dans l'artère fémorale un échantillon de sang dont on extrait les gaz, puis on fait respirer à cet animal un mélange à 45 pour 100 d'acide carbonique ; un quart d'heure après, le sac de caoutchouc qui contenait 233 litres de gaz étant presque vidé, on fait une deuxième prise de sang, puis on fait respirer l'animal dans l'air ; dix minutes après, on prend un troisième échantillon de sang, et les gaz sont extraits ; j'ai obtenu les résultats suivants, qui sont rapportés à 100 centimètres cubes de sang :

	Acide carbonique.	Oxygène.	Azote.
	—	—	—
1.......	45,7	21,4	2,0
2.......	87,3	20,0	1,5
3.......	38,8	19,8	2,7

Ainsi, pendant la période d'anesthésie, le volume de l'acide carbonique dans le sang a presque doublé, mais dix minutes après, la proportion de ce gaz dans le sang était devenue moindre qu'à l'état normal, puisqu'elle était de 38,8 au lieu de 45,7, ce qui s'explique par la fréquence et l'ampleur des mouvements respiratoires de l'animal qui était très agité pendant la période qui a suivi l'anesthésie ; mais il faut remarquer que cette expérience ne démontre pas que l'acide carbonique fixé par les éléments des tissus soit éliminé aussi vite que celui du sang, et l'étude de la température chez les animaux anesthésiés paraît démontrer que l'élimination de l'acide carbonique fixé est beaucoup plus lente.

Anesthésie prolongée; marche de la température. — J'ai soumis un lapin à l'anesthésie prolongée pendant deux heures, et j'ai pris de temps en temps sa température; voici le tableau des résultats obtenus :

	Température rectale.
	—
3h 00m	39°,7
3h 24m	38°,4
3h 58m	36°,3
5h 00m	34°,0
On rend l'air.	
—	
5h 13m	33°,0
5h 30m	32°,8
6h 35m	33°,4
7h 30m	35°,0

Pendant que l'animal respirait l'acide carbonique, sa température s'est abaissée de 39°,7 à 34 degrés, c'est-à-dire de 5°,7; lorsqu'il a respiré de l'air, c'est encore un fait très remarquable que la température s'est encore abaissée jusqu'à 32°,8 ou de 1°,2, puis elle est remontée peu à peu, mais deux

heures et demie après la fin de l'anesthésie elle n'était encore que 35 degrés, et elle n'est revenue au chiffre normal que beaucoup plus tard.

Cela démontre que la calorification est profondément troublée, et c'est après la fin de l'anesthésie que l'animal est le plus exposé ; il m'est arrivé plusieurs fois de voir dans cette période pendant laquelle l'animal respire de l'air pur, la mort survenir brusquement; le médecin ne doit donc pas employer chez l'homme un agent anesthésique qui est très dangereux à cause du trouble profond qu'il apporte dans la calorification et dans la nutrition des tissus.

Comparaison entre le gaz inspiré et le gaz expiré pendant l'anesthésie. — En rapport avec cette diminution considérable dans la production de chaleur se montrent les différences que présente la composition des gaz expirés et inspirés à l'état normal et pendant l'anesthésie ; j'ai recueilli dans un petit sac de caoutchouc l'air expiré par un lapin, à l'état normal, puis à l'aide de la pompe à mercure, qui est la plus commode des pipettes à mercure, j'ai aspiré ce gaz dans le sac pour l'introduire dans un long tube gradué plein de mercure; j'ai absorbé l'acide carbonique par la potasse, puis le gaz a été transvasé dans un eudiomètre et analysé par l'hydrogène ; j'ai trouvé que l'air expiré normalement par l'animal renfermait sur 100 centimètres cubes $2^{cc},5$ d'acide carbonique, et $18^{cc},9$ d'oxygène au lieu de $20^{cc},9$, c'est-à-dire 2 centimètres cubes d'oxygène en moins que l'air pur; après trois quarts d'heure d'anesthésie, produite par un mélange d'acide carbonique d'air et d'oxygène, j'ai recueilli l'air expiré dans un sac de caoutchouc vide pendant un quart d'heure, l'animal continuant à faire circuler dans ses poumons le mélange gazeux :

	100 centimètres cubes de gaz expiré contenaient :	100 centimètres cubes de gaz inspiré contenaient :
Acide carbonique.........	42,3	42,3
Oxygène.................	18,5	19,1
Azote....................	39,2	38,6

Ainsi, il y avait exactement autant d'acide carbonique dans les gaz expirés que dans les gaz inspirés, et l'on peut conclure de cette expérience que *le rôle physiologique des poumons était annihilé quant à l'exhalation de l'acide carbonique;* pour l'oxygène, il a été absorbé, mais en petite quantité, $0^{cc},6$ représente moins que le tiers du volume 2 centimètres cubes d'oxygène, qui est absorbé par l'animal à l'état normal; on peut se demander si cette faible quantité d'oxygène ne correspondrait pas à la partie de ce gaz qui, dans l'organisme, s'unit aux éléments autres que le carbone, et c'est là une hypothèse qui peut conduire à d'autres recherches.

Avantages de l'anesthésie par l'acide carbonique, chez les animaux.— Il est certain que, dans la pratique des opérations quelquefois longues, que nécessitent les recherches ou les démonstrations physiologiques, ce mode d'anesthésie est très commode, parce qu'il n'exige aucune surveillance et parce qu'il permet de faire les plus grandes mutilations sans que l'animal éprouve la moindre douleur et présente la moindre agitation; il me semble que, pour les démonstrations surtout, dans lesquelles on ne se propose pas de faire progresser la science, mais seulement de répéter devant les élèves des expériences connues, le physiologiste devrait s'imposer comme une loi l'usage des anesthésiques. Le procédé très simple de M. Ozanam, qui consiste dans l'addition à l'air d'un volume non mesuré d'acide carbonique, a l'inconvénient de diminuer la proportion relative de l'oxygène et de compliquer l'anesthésie d'un certain degré d'asphyxie, tandis que, par le dosage opéré comme je l'ai dit, jamais l'oxygène ne fera défaut.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

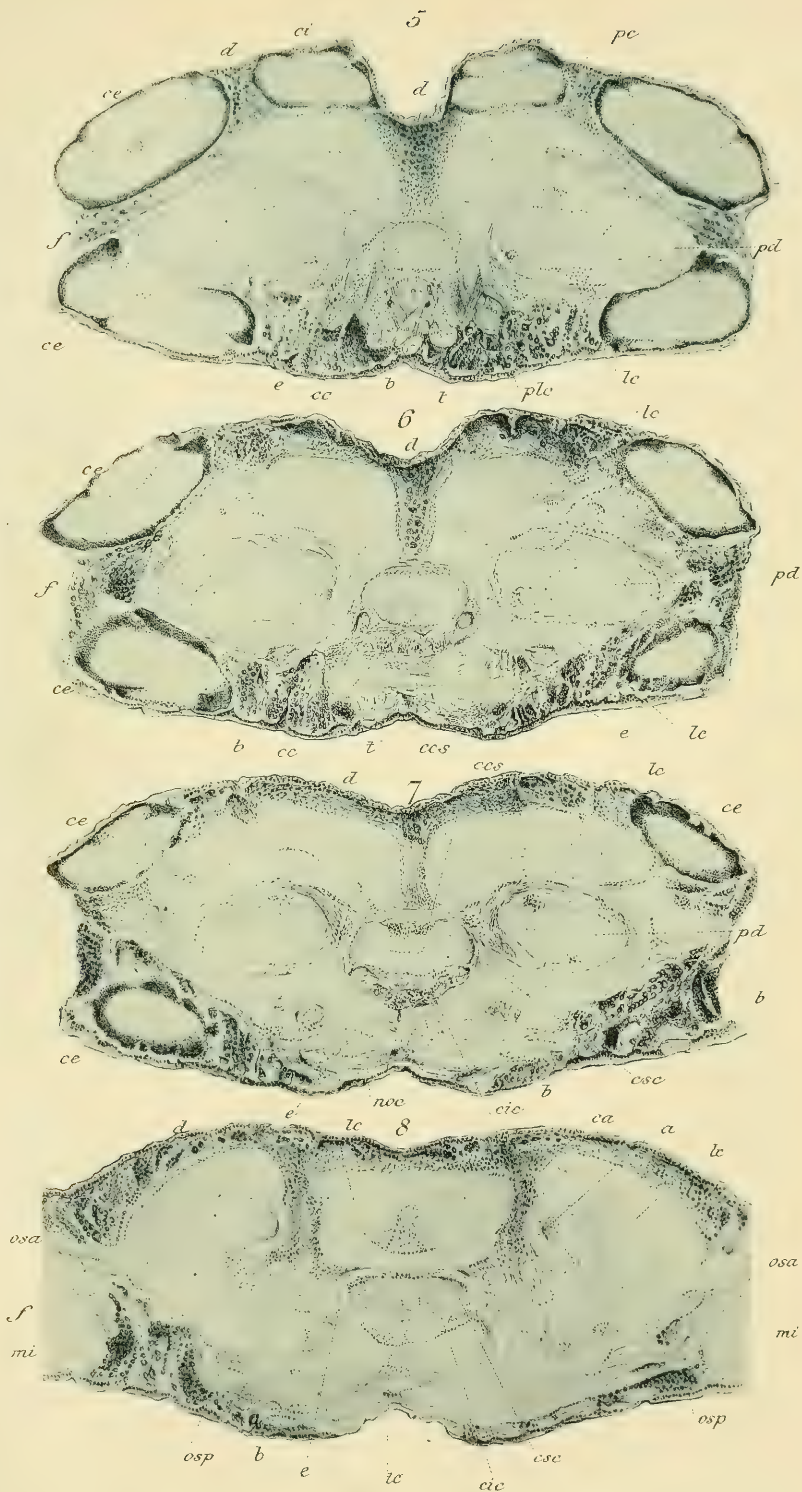
PAR NOMS D'AUTEURS.

BOURLOTON. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.



Ch. Richard, del.

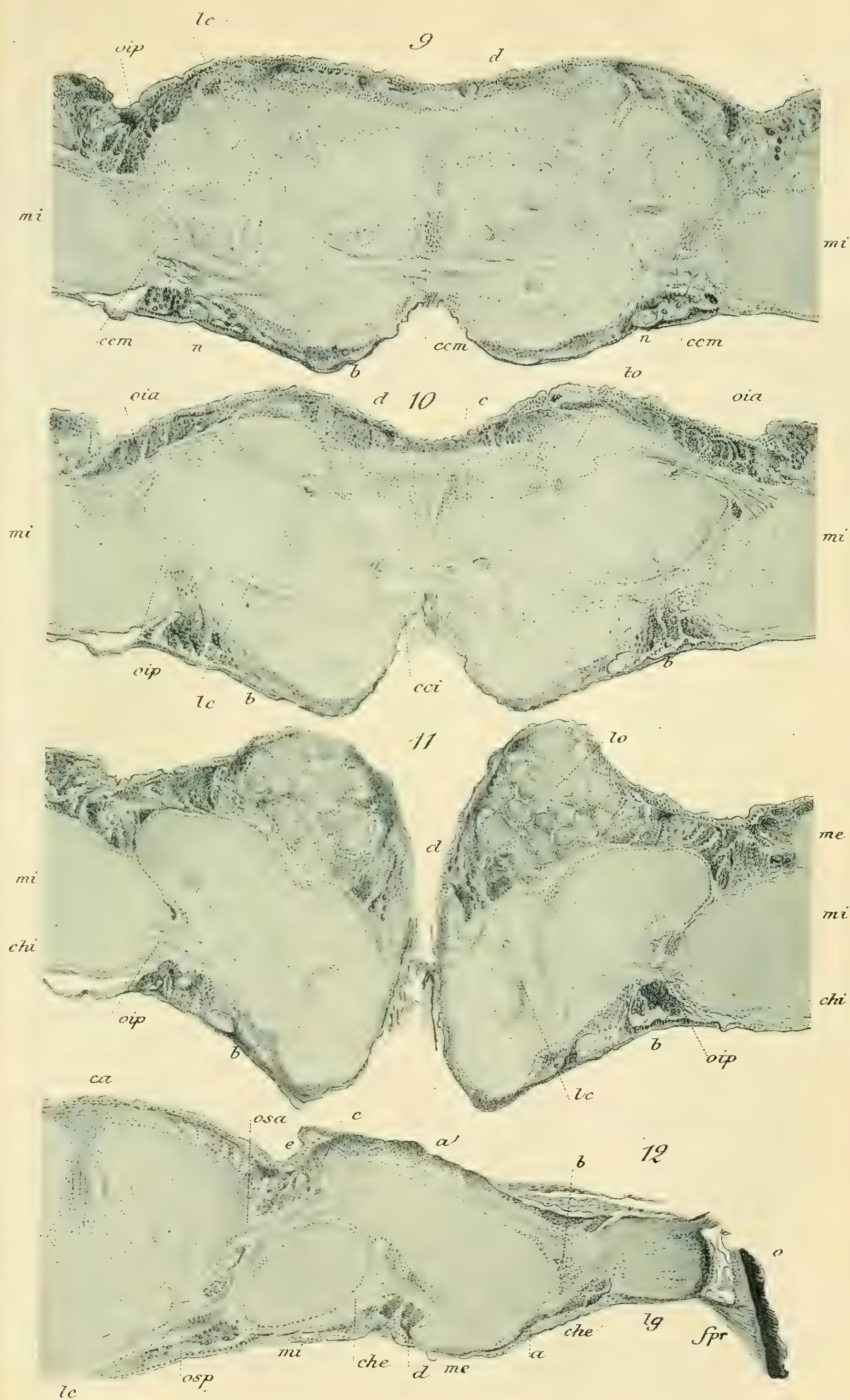
Cerveau du Frelon.



Ch. Richard, del.

Phototypie A. Quinsac, Paris.

Cerveau du Frelon.



Ch. Richard, del.

Phototypie A. Quinsac, Paris.

Cerveau du Frelon

14

a sc ci noc b plc h ce pd i mi me c tc chi plo cci e no lc lo na d

13

sc ci b csc cic ci sc a ce pd ce c f no lc mi g plo chi me e pl cci d lo

Ch. Richard, del.

Phototypie A. Quinsac, Paris

Cerveau du Frelon







Ch. Richard, del.

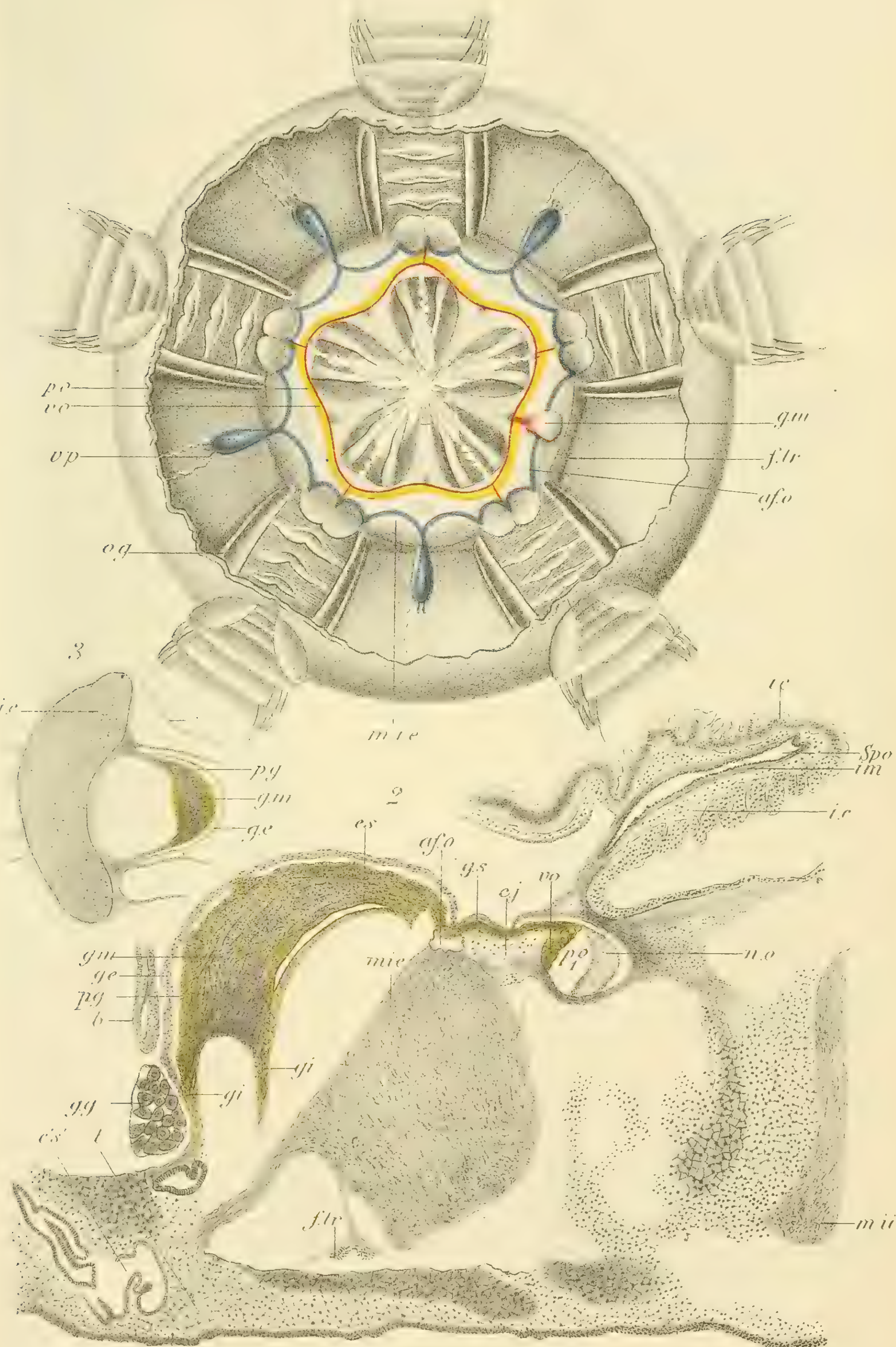
Phototypie A. Quinsac, Paris.

Cerveau du Frelon.

Ch. Richard, del.



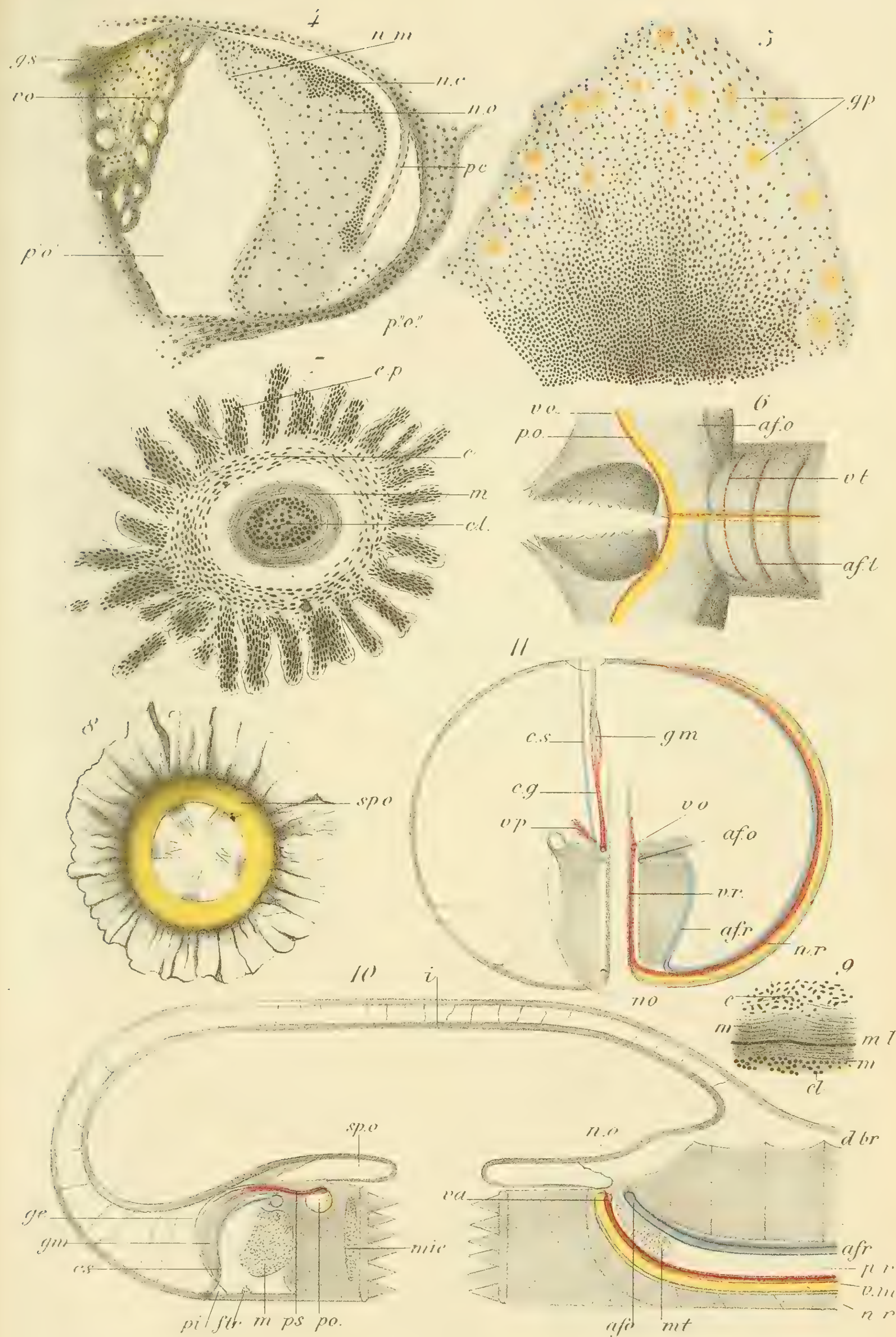
Cerveau du Frelon.



R. Kœhler del. Nicolet, lith.

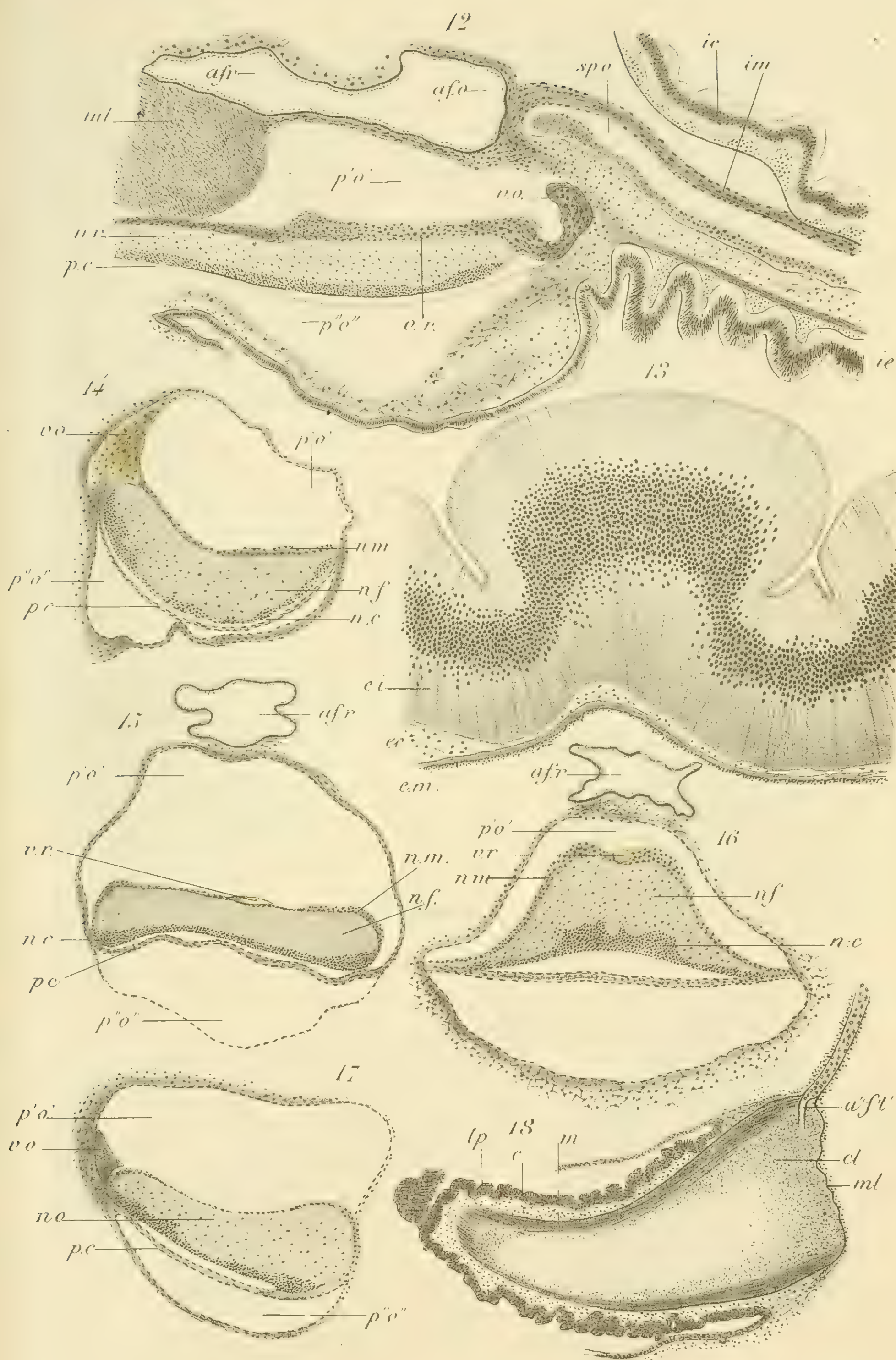
Appareil circulatoire des Ophiures.

Imp. Lemercier, Paris.



R. Kœhler del. Nicolet lith.

Appareil circulatoire des Ophiures

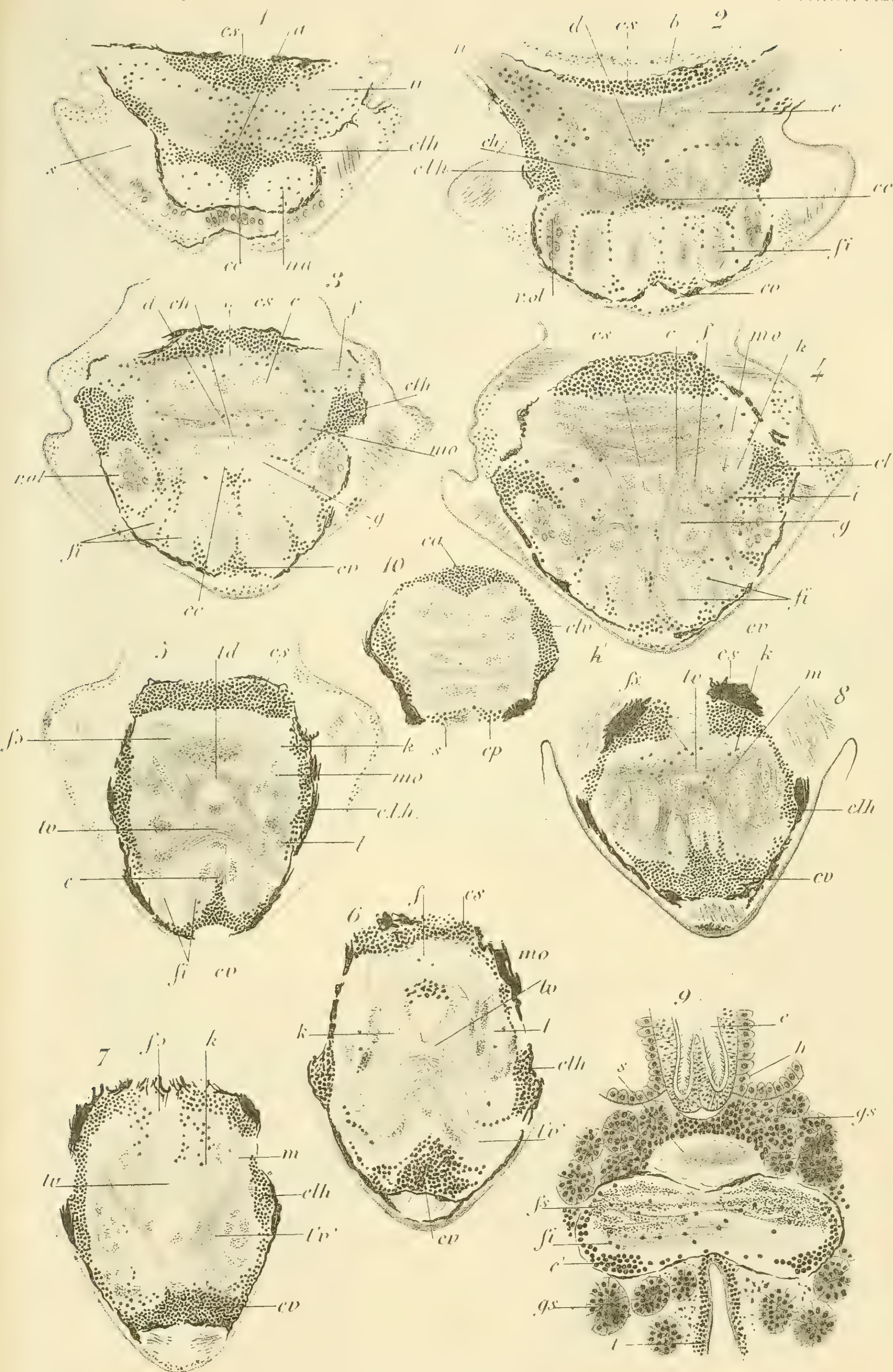


R. Kœhler del.

Nicolet lith.

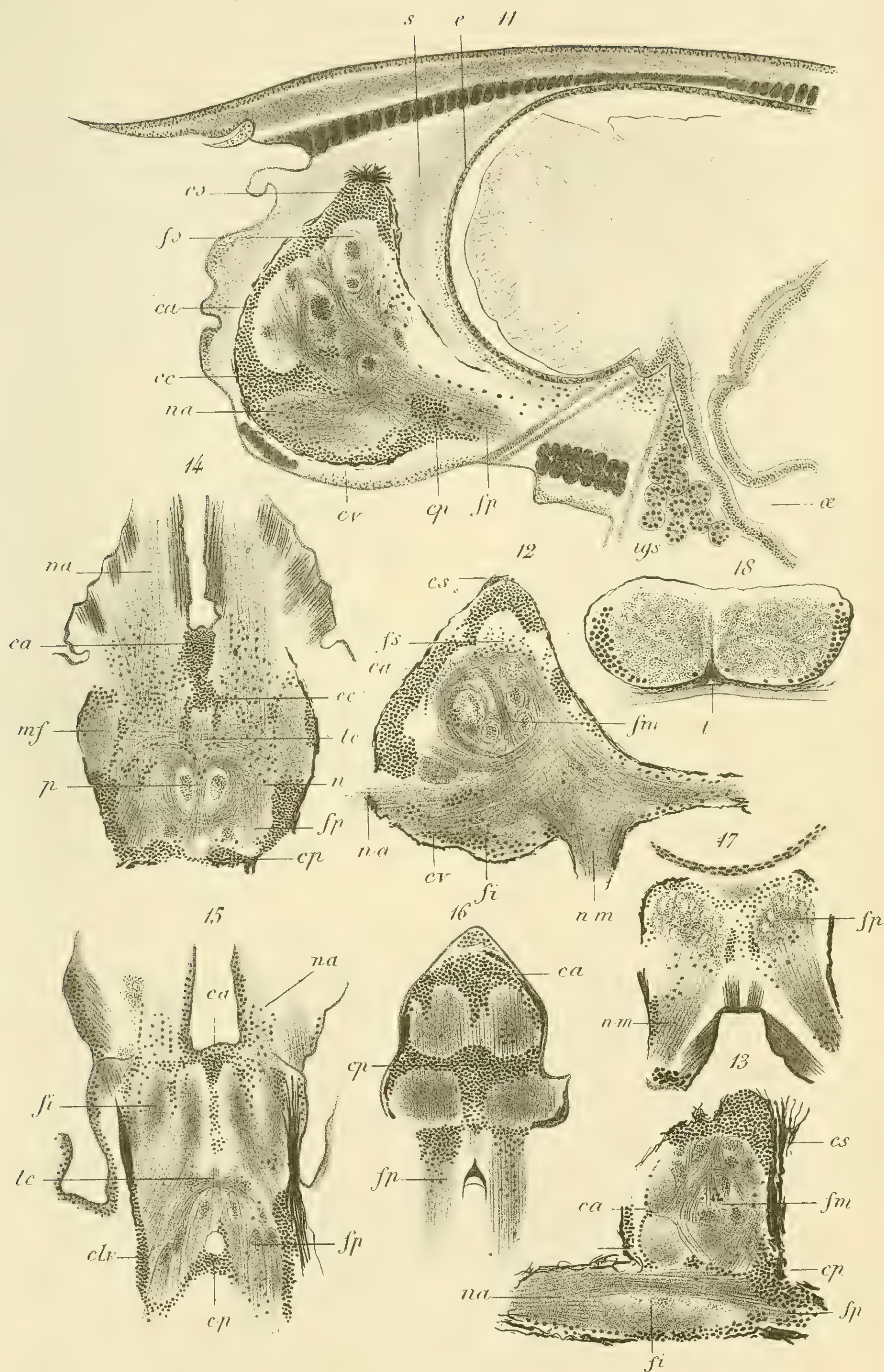
Appareil circulatoire des Ophiures.

Imp. A. Lemercier.



Cerveau des Mysis.

Imp. A. Lemercier, Paris



R. Kœhler del.

Cerveau des Mysis

Imp. Lemercier, Paris.



Nicolet lith.

Histologie de l'Eunice.

Imp. A. Lemercier, Paris



Et. Jourdan, del. Nicolet lith

Histologie de l'Eunice.

Imp. A. Lemercier, Paris

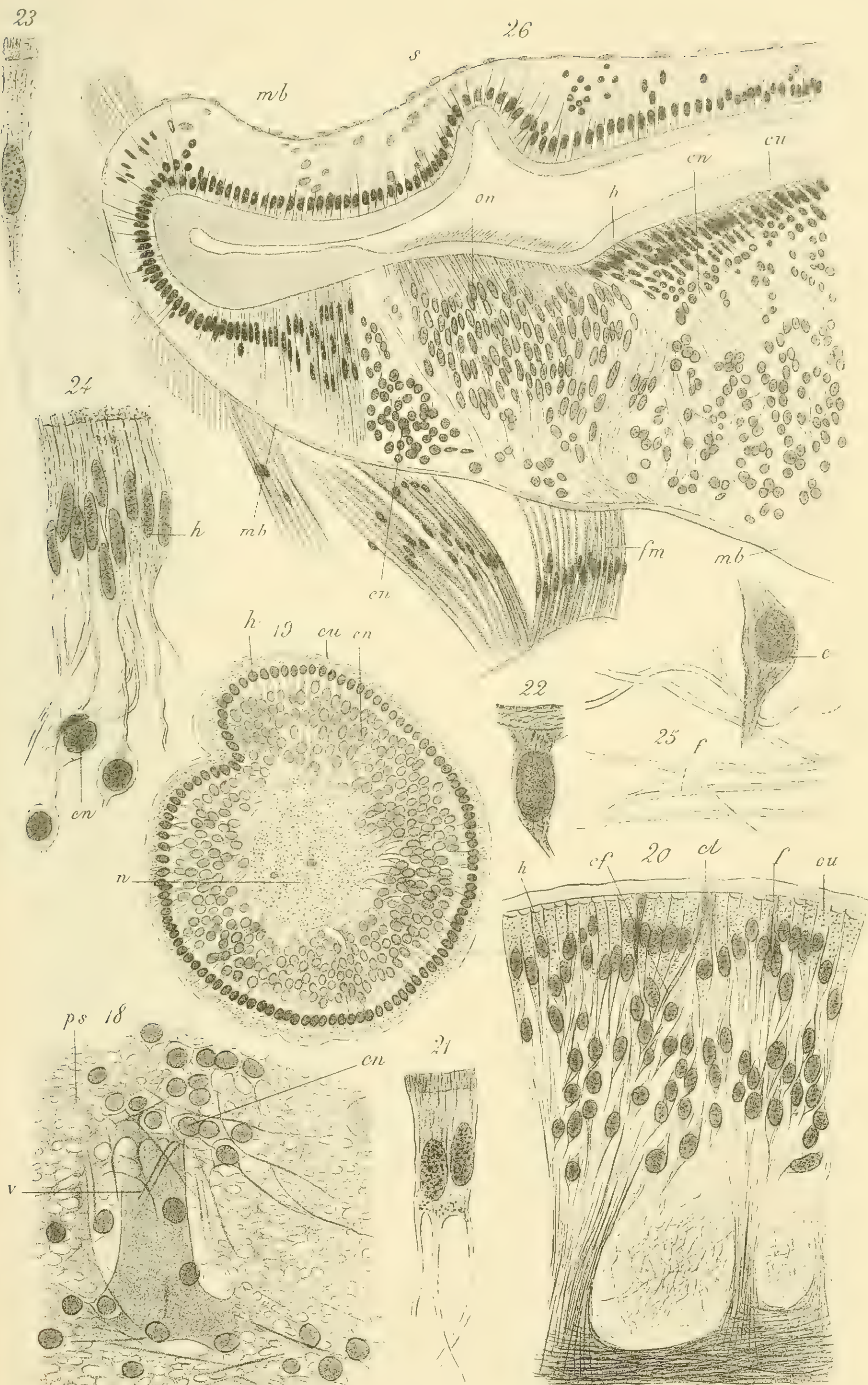


Et. Jourdan del.

Nicolet lith.

Histologie de l'Eunice.

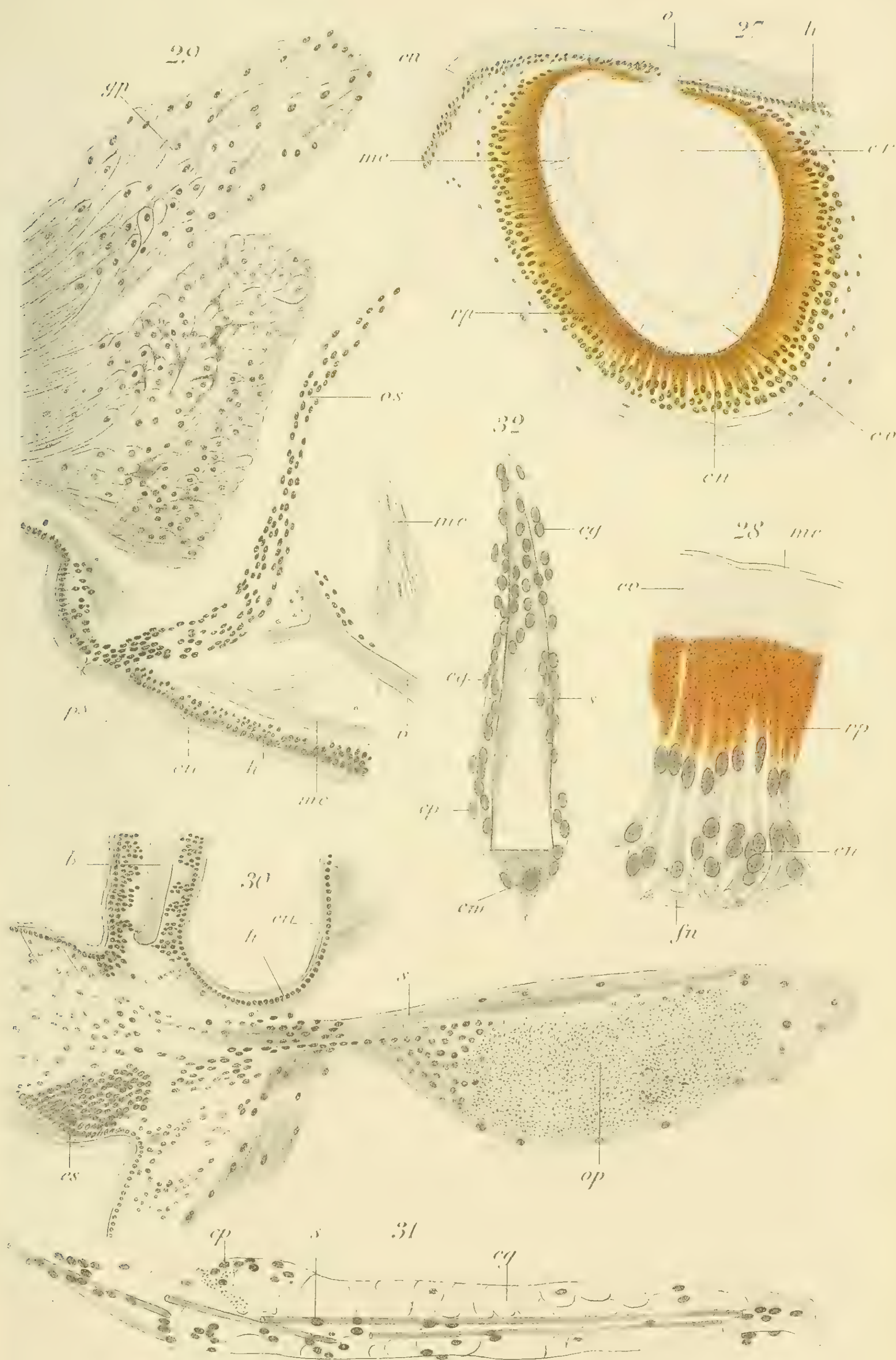
Imp. Lemercier, Paris



Et. Jourdan del.

Nicolet lith.

Histologie de l'Eunice



Et. Jourdan ad nat. del. Nicolet lith.

Histologie de l'Eunice.

Imp. A. Lemercier, Paris.

57e ANNÉE. — VIIe SÉRIE. T. II. Nos 1 et 2.

303
May 26. 1887

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

ZOOLOGIE
ET
PALÉONTOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
ET L'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

M. A. MILNE EDWARDS

TOME II. — Nos 1 et 2.

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon
EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE
1887

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS, 32 FR.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

SEPTIÈME SÉRIE

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. A. MILNE EDWARDS.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I et II sont en cours de publication.

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes III et IV sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. ALPHONSE MILNE EDWARDS.

L'abonnement est fait pour un volume d'environ 300 pages, publié en plusieurs fascicules dans le courant d'une année.

Prix du volume :

Paris : 15 fr. — Départements : 16 fr. — Union postale : 17 fr.

Le tome 18 est publié.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare.*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1873).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1874 à 1885).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

Table des Planches contenues dans ce Cahier.

BOURLOTON. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.

57e ANNÉE. — VIIe SÉRIE. T. II. Nos 3 et 4.

ANNALES DES SCIENCES NATURELLES

ZOOLOGIE

ET

PALÉONTOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
ET L'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

M. A. MILNE EDWARDS

TOME II. — Nos 3 et 4.

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon
EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE
1887

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS, 32 FR.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

Septième série

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. A. Milne Edwards.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I et II sont en cours de publication.

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. Ph. Van Tieghem.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes III et IV sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GEOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. Hébert, et pour la partie paléontologique, par M. Alphonse Milne Edwards.

L'abonnement est fait pour un volume d'environ 300 pages, publié en plusieurs fascicules dans le courant d'une année.

Prix du volume :

Paris : 15 fr. — Départements : 16 fr. — Union postale : 17 fr.

Le tome 18 est publié.

Prix des collections.

Première série (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare.*)
Deuxième série (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Troisième série (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Quatrième série (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Cinquième série (1864-1873).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Sixième série (1874 à 1885).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

Table des Planches contenues dans ce Cahier.

BOURLOTON. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

ZOOLOGIE

ET

PALÉONTOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
ET L'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

M. A. MILNE EDWARDS

TOME II. — Nos 5 et 6.

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon

EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1887

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS, 32 FR.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

SEPTIÈME SÉRIE

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. A. MILNE EDWARDS.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I et II sont en cours de publication.

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes III et IV sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. ALPHONSE MILNE EDWARDS.

L'abonnement est fait pour un volume d'environ 300 pages, publié en plusieurs fascicules dans le courant d'une année.

Prix du volume :

Paris : 15 fr. — Départements : 16 fr. — Union postale : 17 fr.

Le tome 18 est publié.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare.*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1873).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1874 à 1885).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

Table des Planches contenues dans ce Cahier.

Bourloton. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.


3 2044 093 338 408